



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

MARCOS DANIEL DE SOUSA GOMES

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI) NA CAATINGA PIAUIENSE:
DIVERSIDADE, ECOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO E SABERES LOCAIS

TERESINA

2026

MARCOS DANIEL DE SOUSA GOMES

**ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI) NA CAATINGA PIAUIENSE:
DIVERSIDADE, ECOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO E SABERES LOCAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana do Nascimento Bendini.

TERESINA

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

G633a Gomes, Marcos Daniel de Sousa.
 Abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) na caatinga piauiense :
 diversidade, ecologia de nidificação e saberes locais / Marcos Daniel de
 Sousa Gomes. -- 2026.
 113 f.

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa
 de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina,
 2026.

 “Orientadora: Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini”.

 1. Relações sociedade-natureza. 2. Meliponicultura. 3. Polinizadores
 tropicais. 4. Serviços ecossistêmicos. 5. Etnobiologia. I. Bendini,
 Juliana do Nascimento. II. Título.

CDD 595.799

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

MARCOS DANIEL DE SOUSA GOMES

**ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI) NA CAATINGA PIAUIENSE:
DIVERSIDADE, ECOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO E SABERES LOCAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana do Nascimento Bendini.

Aprovado em 01 de junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
JULIANA DO NASCIMENTO BENDINI
Data: 02/07/2026 12:24:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Juliana do Nascimento Bendini (UFPI)
Orientadora



Documento assinado digitalmente
PATRICIA MARIA DRUMOND
Data: 02/07/2026 14:19:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Patrícia Maria Drumond (Embrapa Meio-Norte)
Examinadora Externa ao Programa



Documento assinado digitalmente
FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO
Data: 03/07/2026 08:32:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho (UESPI)
Examinador Interno

Aos meus pais, Rosilene e Maurílio, e aos avós e padrinhos, Maria Bernadina e Raimundo Lourenço, pela confiança em mim depositada e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela magnificência do universo, pelo dom da existência e pelo privilégio de ter saúde e serenidade para chegar até aqui e realizar este trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais, irmãs e avós, por serem o alicerce da minha formação como homem e a força que sustenta cada um dos meus passos.

À minha orientadora, professora Dr^a. Juliana Bendini, pelo acolhimento desde o primeiro dia, pela orientação atenciosa, pela amizade e pelos ensinamentos e contribuições fundamentais para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela estrutura, suporte institucional e pelas oportunidades que viabilizaram o desenvolvimento desta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí, pela concessão da bolsa, essencial para a realização desta pesquisa.

Aos integrantes do Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense, coordenado pela professora Juliana, pelas discussões de artigos, trocas de conhecimento e apoio ao desenvolvimento deste estudo.

Aos professores Dr^a. Patrícia Nápolis, Dr^a. Jaíra Alcobaça, Dr. Dalton Macambira, Dr. Francisco Soares, Dr^a. Clarissa Lopes, Dr. Douglas Barbosa e Dr. Gerson Albuquerque, cujas disciplinas foram fundamentais para minha formação acadêmica.

Aos amigos e colegas que o mestrado me proporcionou — Catarina, Beatriz, Laís, Joyce, Yanna, Milena, Randyson, Mayara, Augusto, Rayssa e Maxwell — pelo companheirismo, pelos momentos compartilhados e pelas trocas de conhecimento e experiências que enriqueceram essa trajetória.

Às amigas do grupo de estudos, Mayara, Mirele e Raylanny, pelas contribuições e pelo apoio no desenvolvimento do artigo 2 desta dissertação.

Às tias Francisca e Hornelina e aos primos Sebastião e Bárbara, pelo apoio e incentivo.

Ao professor Dr. Fábio Vieira, da Universidade Estadual do Piauí, grande amigo e incentivador, meu orientador na graduação, pelo apoio e pela valiosa contribuição na identificação botânica.

Ao professor Dr. Eduardo Almeida, da Universidade de São Paulo e curador da Coleção Entomológica “Prof. J. M. F. Camargo” (RPSP), e ao doutorando em Entomologia pela FFCLRP/USP, Matheus Mourão Carvalho, pela identificação dos espécimes zoológicos.

Ao professor Dr. Rodrigo Moraes, da Universidade Estadual do Piauí, e ao mestrando em Biodiversidade e Conservação – UFPI, Raul Rocha, pelo auxílio nas análises estatísticas.

A todos os meliponicultores de Bela Vista do Piauí, pela receptividade e disponibilidade em participar desta pesquisa. Em especial, aos representantes da Associação de Meliponicultores e Meliponicultoras de Bela Vista do Piauí em diferentes momentos, inicialmente Deusielton e, posteriormente, Tiago, pelo apoio e colaboração.

Agradeço, de modo particular, ao Sr. Bartolomeu e à sua família, pela acolhida, pela generosa disponibilização de sua propriedade como área de estudo e pelo apoio em campo, atuando como mateiro e guia na localização das colônias.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

*no meio do ambiente
havia um homem
havia um homem
no meio ambiente
que dele nasceu
e nele cresceu
no meio ambiente
havia um homem
que dele um dia
proclamou-se independente
nunca me esquecerei
que a partir desse dia
o meio ambiente
passou a ser um meio
que de inteiro virou meio*

Arthur Soffiati Neto

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo gerar subsídios para a conservação das abelhas sem ferrão e de seus habitats na Caatinga piauiense, considerando a diversidade de espécies, seus padrões de nidificação e as percepções de meliponicultores locais. Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, estruturada em duas abordagens complementares. Na primeira, de natureza ecológica, foram amostradas colônias de abelhas sem ferrão em um fragmento de Caatinga, com registro dos ninhos, identificação das espécies zoológicas e vegetais associadas, além da mensuração e análise de variáveis estruturais dos substratos. Na segunda, de caráter socioecológico, foram realizadas entrevistas com meliponicultores do semiárido piauiense, cujos discursos foram analisados por meio de análise de conteúdo, visando compreender percepções sobre a importância, ameaças e estratégias de conservação das abelhas. Foram registradas 132 colônias pertencentes a seis espécies (*Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) (n = 86), *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) (n = 33), *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) (n = 5), *Melipona (Melipona) asilvai* Moure, 1971 (n = 5), *Trigona recursa* Smith, 1863 (n = 2) e *Plebeia flavocincta* (Cockerell, 1912) (n = 1)), com forte dominância de *Scaptotrigona*, indicando baixa diversidade ($H' = 0,97$) e elevada dominância. Os ninhos estiveram associados a 21 espécies vegetais, ao solo ou à madeira morta, com destaque para juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), o pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) a umburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), que apresentou maior frequência de ocupação. Observou-se associação significativa entre o diâmetro das árvores e a ocorrência de ninhos para *S. depilis*, evidenciando preferência por substratos de maior porte, enquanto *S. tubiba* não apresentou relação significativa com as variáveis analisadas. No componente socioecológico, os meliponicultores apresentaram predominantemente uma relação cultural com a atividade, reconhecendo a importância ecológica das abelhas, especialmente para a manutenção da biodiversidade. Além disso, reconheceram as ameaças que esses insetos enfrentam, como o desmatamento, as queimadas e o uso de agrotóxicos. No que se refere às estratégias de conservação, estas ainda são realizadas de forma informal, pontual e não sistematizada. Os resultados indicam que a diversidade de abelhas sem ferrão na área estudada é baixa, possivelmente associada à fragmentação ambiental, enquanto os meliponicultores detêm conhecimento empírico sobre o comportamento e as ameaças a esses insetos, apesar de sua aplicação ainda limitada na conservação. Conclui-se que a conservação das abelhas sem ferrão na Caatinga piauiense está diretamente associada à manutenção da vegetação nativa, especialmente de espécies arbóreas-chave, e que a integração entre conhecimento científico e saberes locais constitui um caminho promissor para o fortalecimento de estratégias de conservação da Caatinga. Adicionalmente, evidencia-se a necessidade de ações educativas e políticas públicas que promovam a sistematização dessas práticas conservacionistas.

Palavras-chave: Relações sociedade-natureza; meliponicultura; polinizadores tropicais; serviços ecossistêmicos; Etnobiologia.

ABSTRACT

This study aimed to provide support for the conservation of stingless bees and their habitats in the Caatinga of Piauí, considering species diversity, nesting patterns, and the perceptions of local stingless beekeepers. This is an exploratory study structured into two complementary approaches. In the first, of an ecological nature, colonies of stingless bees were sampled in a Caatinga fragment, including nest recording, identification of associated zoological and plant species, and the measurement and analysis of structural variables of nesting substrates. In the second, of a socioecological nature, interviews were conducted with stingless beekeepers from the semi-arid region of Piauí, whose statements were analyzed through content analysis to understand perceptions regarding the importance, threats, and conservation strategies of bees. A total of 132 colonies belonging to six species were recorded (*S. depilis* (n = 86), *S. tubiba* (n = 33), *F. doederleini* (n = 5), *M. asilvai* (n = 5), *T. recursa* (n = 2), and *P. flavocincta* (n = 1)), with a strong dominance of *Scaptotrigona*, indicating low diversity ($H' = 0.97$) and high dominance. Nests were associated with 21 plant species, as well as soil and dead wood, with emphasis on *S. joazeiro*, *H. impetiginosus*, *C. leptophloeos*, and *S. tuberosa*, which showed the highest frequency of occupation. A significant association was observed between tree diameter and nest occurrence for *S. depilis*, indicating a preference for larger substrates, whereas *S. tubiba* showed no significant relationship with the analyzed variables. In the socioecological component, stingless beekeepers predominantly exhibited a cultural relationship with the activity, recognizing the ecological importance of bees, particularly for biodiversity maintenance. They also identified key threats affecting these insects, such as deforestation, fires, and pesticide use. Regarding conservation strategies, these are still carried out in an informal, occasional, and non-systematic manner. The results indicate that the diversity of stingless bees in the studied area is low, possibly associated with environmental fragmentation, while stingless beekeepers hold empirical knowledge about the behavior and threats affecting these insects, although its application in conservation remains limited. It is concluded that the conservation of stingless bees in the Caatinga of Piauí is directly linked to the maintenance of native vegetation, especially key tree species, and that the integration of scientific knowledge and local knowledge represents a promising pathway for strengthening conservation strategies in the Caatinga. Additionally, there is a need for educational actions and public policies to promote the systematization of these conservation practices.

Keywords: Society–nature relationships; meliponiculture; tropical pollinators; ecosystem services; ethnobiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1

Figura 1.1 — Localização da área de estudo no município de Bela Vista do Piauí, estado do Piauí, Brasil. Os mapas de localização apresentam a posição do município no estado do Piauí e deste no território brasileiro. A imagem de satélite destaca as áreas de coleta (polígonos vermelhos) inseridas em um fragmento de Caatinga antropizado, bem como a localização de um olho d'água presente na área de estudo. 47

Figura 1.3 — Imagens de entradas de nidificações de abelhas sem ferrão, registradas na área de estudo. A) Ninho de *Trigona recursa* Smith, 1863 no solo, entranhado às raízes de *Moquilea tomentosa* Benth; B) Ninho de *Melipona asilvai* Moure, 1971, com entrada raiada típica, nidificando em *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett. C) Nidificação de *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) em *C. leptophloeos*. D) *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) nidificando em *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild. E) Nidificação de *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) em *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. F) Nidificação de *Plebeia flavocincta* (Cockerell, 1912) em *Spondias tuberosa* Arruda. 53

Figura 1.4 — Áreas de coleta, com as indicações da nascente de água e dos locais de nidificação. Valores entre colchetes referem-se à quantidade de ocorrências do evento..... 55

Figura 1.5 — Altura da entrada dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão. 60

Figura 1.6 — Diagramas de radar da orientação das entradas dos ninhos arbóreos, por espécie meliponínea. A) *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942); B) *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863). 61

Figura 1.7 — DAP das árvores suporte dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão. 62

Figura 1.8 — Distância da nascente dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão..... 65

ARTIGO 2

Figura 2.1 — Menções dos entrevistados referentes a natureza do início de suas relações com as abelhas sem ferrão. 83

Figura 2.2 — Posicionamentos emergentes do *corpus* de análise, em relação a percepção de mudanças na quantidade de abelhas nativas na natureza com o passar do tempo..... 85

Figura 2.3 — Fatores apontados, pelos meliponicultores entrevistados, como causas de ameaça à conservação dos meliponíneos, na região estudada..... 86

Figura 2.4 — Aspectos de importância das abelhas sem ferrão reconhecidos pelos meliponicultores entrevistados. 88

Figura 2.5 — Maneiras que os meliponicultores entrevistados percebem o papel da diversidade das espécies de abelhas nativas..... 90

Figura 2.6 — Locais de nidificação de abelhas nativas relatados como conhecidos pelos participantes da pesquisa.	92
Figura 2.7 — Características, dos substratos de aninhamento, que são percebidas pelos entrevistados, como preferências dos meliponíneos para nidificar.	93
Figura 2.8 — Percepção dos entrevistados em relação a dificuldade das abelhas nativas de encontrar as árvores com características preferenciais para a nidificação.	95
Figura 2.9 — Ações de conservação das abelhas sem ferrão, relatadas como executadas pelos criadores entrevistados.	97

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1.1 — Quantitativo de ninhos de abelhas sem ferrão registrados na área de estudo, distribuídos por substrato de nidificação vegetal e por espécie zoológica.	57
Tabela 1.2 — Propriedades da madeira das espécies botânicas nidificadas por abelhas sem ferrão na área de estudo.....	63

ARTIGO 2

Tabela 2.1 — Resultado do Teste de Confiabilidade intercodificadores em cada categoria e subcategoria.	81
---	----

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 2

Quadro 2.1 — Trechos de falas dos meliponicultores, categorizadas na categoria <i>Natureza da relação com as abelhas sem ferrão</i>	84
Quadro 2.2 — Discursos dos meliponicultores categorizados na categoria <i>Percepção de mudanças na quantidade de abelhas na natureza</i>	85
Quadro 2.3 — Falas de entrevistados compiladas na categoria <i>Percepção do papel da diversidade das espécies</i>	91
Quadro 2.4 — Trechos de falas cooptadas na categoria <i>Percepção de preferência de substrato de nidificação</i>	94
Quadro 2.5 — Trechos de falas catalogados na categoria <i>Percepção da dificuldade das abelhas de encontrar as árvores preferenciais</i>	95

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AE – Altura da entrada do ninho

CAAE – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAP – Circunferência da árvore à altura do peito

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CSHNB – *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros

DAP – Diâmetro à altura do peito

FdC – Formulário de Codificação

FFLCRP – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto

GLM – Modelo Linear Generalizado (*Generalized Linear Model*)

GPS – *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPBES – Plataforma Intergovernamental Científico-Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*)

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

LdC – Livro de Códigos

PNB – Política Nacional da Biodiversidade

Proamel – Programa de Desenvolvimento e Expansão da Apicultura e Meliponicultura /
Programa de Incentivo à Apicultura e Meliponicultura

RPSP – Coleção Entomológica “Prof. J.M.F. Camargo”

SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TEPB – Herbário Graziela Barroso

UA – Unidade de análise

UC – Unidade de codificação

UCo – Unidade de contexto

UFPI – Universidade Federal do Piauí

USP – Universidade de São Paulo

VIF – Fator de Inflação da Variância (*Variance Inflation Factor*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. Aspectos gerais sobre abelhas.....	18
2.2. Importância ecossistêmica das abelhas e as ameaças a manutenção da biodiversidade desses insetos	20
2.3. Abelhas sem ferrão: considerações gerais e nidificação	23
2.4. Meliponicultura: solução para a conservação?	26
2.5. Percebendo o estado de conservação das abelhas.....	29
REFERÊNCIAS	31
ARTIGO 1: DIVERSIDADE DE ABELHAS SEM FERRÃO E PADRÕES DE NIDIFICAÇÃO EM ÁREA DE CAATINGA, PIAUÍ, BRASIL	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. METODOLOGIA.....	46
2.1. Área de estudo.....	46
2.2. Levantamento dos ninhos	48
2.3. Caracterização dos substratos de nidificação	48
2.4. Análise das propriedades físicas da madeira	49
2.5. Análise de dados	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1. Composição e riqueza de espécies meliponíneos.....	51
3.2. Caracterização dos substratos de nidificação na área de estudo	54
3.3. Análise dos padrões de nidificação de <i>S. depilis</i> e <i>S. tubiba</i> na área de estudo	59
4. CONCLUSÃO.....	66
ARTIGO 2: PERCEPÇÕES SOCIOECOLÓGICAS DE MELIPONICULTORES SOBRE A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE	75
1. INTRODUÇÃO	76
2. METODOLOGIA.....	77
2.1. Delineamento de estudo e aspectos éticos	77
2.2. Coleta de dados	78
2.3. Análise de dados	78

2.3.1. Abordagem Metodológica	78
2.3.2. Construção dos Instrumentos de Análise	79
2.3.3. Codificação e Teste de Confiabilidade	80
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
4. CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
APÊNDICES.....	110
APÊNDICE A – TCLE.....	111

1. INTRODUÇÃO

As abelhas desempenham um dos serviços ecossistêmicos importantes para a manutenção da biodiversidade e da segurança alimentar: a polinização (Peh; Lewis, 2012; Requier *et al.*, 2023). Estima-se que cerca de 87,5% das espécies de angiospermas sejam predominantemente polinizadas por animais (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011), e embora o grau de dependência desses polinizadores varie entre espécies, as abelhas exercem um papel de destaque nessa porcentagem, influenciando diretamente na estabilidade dos ecossistemas naturais e na produtividade de cultivos agrícolas (Klein *et al.*, 2007; IPBES, 2016).

Nos últimos anos, contudo, observa-se um declínio alarmante nas populações de abelhas, resultado de vários fatores antropogênicos, como: o desmatamento (Klein, 1989; Samejima *et al.*, 2004; Kremen *et al.*, 2004; Brosi, 2009; Brown; Oliveira, 2014; Gomes *et al.*, 2019), o uso intensivo de pesticidas (Boff *et al.*, 2018; DiBartolomeis *et al.*, 2019; Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019; Cham *et al.*, 2019), a introdução de espécies exóticas (Garibaldi *et al.*, 2021) e as mudanças climáticas (Gomes *et al.*, 2019; Soroye; Newbold; Kerr, 2020; Giannini *et al.*, 2020; Lima; Marchioro, 2021).

O Brasil, um país tropical com grandes dimensões territoriais, abriga uma grande diversidade de espécies de abelhas. De acordo com o Catálogo Moure, o país possui 1965 espécies descritas na literatura (Moure; Urban; Melo, 2023), o que representa aproximadamente 9,5% da fauna global de abelhas (Ascher; Pickering, 2020; Orr *et al.*, 2021). No entanto, no contexto nacional, a conservação da biodiversidade não está assegurada. O desmatamento, impulsionado principalmente pela expansão agropecuária, é um dos fatores principais no comprometimento tanto da abundância, quanto da riqueza de espécies nativas brasileiras (Brown *et al.*, 2024; Pundek; Gonçalves, 2025).

No bioma Caatinga — que abrange cerca de 10% do território brasileiro e apresenta considerável taxa de endemismo de abelhas (Zanella; Martins, 2003; Felix; Freitas, 2021) — os efeitos dessas ameaças são particularmente preocupantes. A degradação da vegetação nativa reduz a disponibilidade de locais adequados para a nidificação das abelhas, comprometendo a manutenção das populações locais e, por consequência, a polinização de diversas espécies vegetais (Martins *et al.*, 2004; Samejima *et al.*, 2004).

A nidificação é um dos aspectos mais sensíveis e determinantes para a ecologia das abelhas, especialmente para a grande maioria das espécies meliponíneas, cujas colônias são permanentes e

dependem de cavidades específicas para se estabelecerem (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012). No entanto, a disponibilidade desses locais está diretamente associada à integridade da vegetação nativa e à presença de árvores de grande porte, frequentemente escassas em paisagens degradadas (Samejima *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2020).

A meliponicultura, criação tecnificada das abelhas sem ferrão, apresenta-se como uma estratégia importante para a conservação desses insetos (Zanella; Martins, 2003; Ribeiro *et al.*, 2019; Barbiéri; Franco, 2020). Além de permitir a exploração sustentável do mel e de outros produtos da colmeia, quando associada ao manejo consciente da necessidade de manutenção de floradas acessíveis às abelhas, pode estimular práticas de conservação ambiental entre os meliponicultores, reduzindo a fragmentação dos *habitats* e a coleta predatória de ninhos na natureza (Lopes; Ferreira; Santos, 2005; Rosso-Londoño; Imperatriz-Fonseca, 2017; Carvalho, 2017).

No entanto, para que a meliponicultura e outras iniciativas de conservação sejam mais eficazes, é fundamental aprofundar o conhecimento sobre os substratos utilizados por essas abelhas para nidificação e a relação delas com a vegetação nativa. Os ninhos para esses insetos são instalações fundamentais e potencialmente longevas, justificando segundo Roubik (2006), o investimento dos meliponíneos em locais duradouros, como estratégia de sobrevivência e defesa. Por isso, as árvores emergem como os principais substratos de nidificação para as abelhas sem ferrão.

Considerando a importância das árvores para a conservação dos meliponíneos, o corte de certas espécies arbóreas para uso como lenha, como apontado por Martins *et al.* (2004), configura-se como uma das ações mais impactantes sobre a vegetação da Caatinga e representa uma ameaça direta à manutenção das abelhas sem ferrão.

Apesar da importância dos meliponíneos na Caatinga, ainda há uma carência de estudos detalhados, especialmente no Piauí, sobre a diversidade, locais de nidificação e espécies vegetais associadas. Compreender essa relação pode contribuir para estratégias mais eficazes de manejo e conservação, tanto das abelhas quanto das espécies vegetais fundamentais para sua sobrevivência (Samejima *et al.*, 2004)

Diante do cenário acima apresentado, o presente trabalho se propõe a gerar subsídios para a conservação das abelhas sem ferrão e de seus habitats, considerando a diversidade de espécies, seus padrões de nidificação e os saberes locais de meliponicultores na Caatinga piauiense. Os objetivos específicos foram: A) Investigar a diversidade de abelhas sem ferrão nidificadas em uma

área de Caatinga piauiense; B) Avaliar os padrões das abelhas sem ferrão no que se refere à nidificação em um fragmento de vegetação de Caatinga no Piauí; C) Analisar as percepções de meliponicultores(as) do semiárido piauiense em relação a conservação dos substratos de nidificação e das abelhas sem ferrão.

Este é um estudo de cunho exploratório, no qual objetiva-se responder as seguintes perguntas fundamentais: No capítulo 1 buscou-se responder qual a diversidade biológica de abelhas sem ferrão nidificadas e seus padrões de nidificação na área de estudo, partindo da hipótese de que árvores de maior porte apresentam maior frequência de nidificação. Já no capítulo 2 a pergunta a ser respondida foi quais as percepções de meliponicultores do semiárido piauiense sobre a conservação das abelhas nativas, partindo-se da hipótese que os meliponicultores possuem conhecimento ecológico consistente sobre os substratos de nidificação.

Para melhor organização, a presente dissertação está estruturada em elementos pré-textuais, introdução, revisão de literatura, referências, artigos e considerações finais. São apresentados dois artigos, o primeiro é intitulado “Diversidade de Abelhas sem Ferrão e Padrões de Nidificação em Área de Caatinga, Piauí, Brasil” e o segundo é denominado “Percepções Socioecológicas de Meliponicultores sobre a Conservação de Abelhas sem Ferrão no Semiárido Piauiense”.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos gerais sobre abelhas

As abelhas são insetos pertencentes ao grupo Aculeata da ordem Hymenoptera, incluindo as vespas e as formigas. Cumpre destacar que as fêmeas desse grupo possuem ferrões modificados, derivados dos ovipositores ancestrais. Nessa ordem, a superfamília Apoidea engloba abelhas e vespas esfecóides, sendo as abelhas reconhecíveis pela presença de pelos plumosos, com segmentos basitarsos mais largos e pela ausência de pelos faciais brilhantes, como encontrado em muitas vespas. Além dessas características morfológicas, as abelhas se diferenciam pela utilização do pólen como fonte de alimento desde a fase larval, ao contrário das vespas dessa superfamília, que são predominantemente carnívoras (Michener, 2007; Silveira; Melo; Almeida, 2002).

Não há um consenso entre os cientistas quanto a origem exata das abelhas, mas, evidências fósseis indicam que esse grupo surgiu no período Cretáceo, há 125 milhões de anos (Poinar Jr;

Danforth, 2006). Esse período coincide com o surgimento das angiospermas, sugerindo um histórico de coevolução entre abelhas e as plantas com flores (Silveira; Melo; Almeida, 2002). O grupo monofilético Apiformes ou Anthophila (abelhas), provavelmente evoluiu a partir de um ancestral do grupo parafilético Spheciformes (vespas esfecóides) (Michener, 2007; Melo, 1998). Essas diferenças são importantes não apenas para a classificação, mas também para entender a ecologia e o comportamento desses insetos e suas interações com o ambiente.

Segundo Michener (2007), as abelhas estão classificadas em 7 famílias e 21 subfamílias. Entre elas, destaca-se a subfamília Apinae, notável pela diversidade de espécies eussociais com ampla distribuição, importância ecológica e econômica. Além disso, a subfamília abriga as quatro tribos de abelhas corbiculadas (Apini, Bombini, Euglossini e Meliponini). Essas abelhas possuem uma estrutura denominada corbícula, localizada na parte externa da tíbia das pernas traseiras, sendo utilizada para coletar e transportar pólen (Michener, 2007; Grüter, 2020).

No planeta existem cerca de 21 mil espécies de abelhas registradas (Ascher; Pickering, 2020; Orr *et al.*, 2021). Para o Brasil, estima-se haver mais de 3 mil espécies (Silveira; Melo; Almeida, 2002). No entanto, atualmente são reconhecidas como catalogadas para a fauna brasileira de abelhas 1965 espécies — 121 pertencentes a subfamília Andreninae, 1031 a subfamília Apinae, 126 a subfamília Colletinae, 337 a subfamília Halictinae e 350 a subfamília Megachilinae (Moure; Urban; Melo, 2023).

Para além de ser beneficiado direta e indiretamente por meio da polinização, historicamente o ser humano se beneficia da relação planta-abelha por meio da utilização de algumas substâncias produzidas ou coletadas pelas abelhas para os mais variados fins, desde alimentício e medicinal a espiritual (Grüter, 2020). Dentre essas substâncias estão o mel, geleia real, cera, própolis, pão de abelha, pólen e veneno (Mutsaers *et al.*, 2006; Mardegan *et al.*, 2009; Grüter, 2020). Economicamente o principal produto que o ser humano obtém das abelhas é mel (VanEngelsdorp; Meixner, 2010).

Historicamente não se sabe ao certo quando o ser humano começou a coletar e consumir mel, mas existem vestígios que essa é uma prática milenar (Crane; Graham, 1985). Atualmente a espécie *Apis mellifera* Linnaeus (1758) é a espécie mais manejada pelo ser humano para a produção apícola, tendo produção de mel expressiva (VanEngelsdorp; Meixner, 2010).

2.2. Importância ecossistêmica das abelhas e as ameaças a manutenção da biodiversidade desses insetos

A polinização desempenhada pelos mais variados animais, desde insetos, pássaros e até mamíferos, é de extrema importância para manutenção da teia alimentar, uma vez que esses grupos são responsáveis pelo processo de reprodução de aproximadamente 87,5% das plantas angiospermas (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). As abelhas são apontadas como o principal grupo polinizador (IPBES, 2016).

A polinização, serviço ecossistêmico fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e para a agricultura, beneficia diretamente o ser humano, tanto em termos ecológicos, quanto econômicos. Estima-se que cerca de 75% das espécies de interesse agrícola sejam dependentes da polinização cruzada promovida por esses insetos (Klein *et al.* 2007). Os polinizadores desempenham papel essencial ao aumentarem a produção de frutos (Klein; Steffan-Dewenter; Tschardtke, 2003) e de sementes (Morandin; Winston, 2006), além de influenciarem na qualidade de frutos de algumas espécies (Serrano; Guerra-Sanz, 2006).

Isso evidencia a necessidade de conservação dos polinizadores, protagonistas da manutenção da biodiversidade e dos sistemas agroalimentares. Diante do declínio da entomofauna (Biesmeijer *et al.*, 2006; Keil *et al.*, 2010; Potts *et al.*, 2010; Vanbergen; Insect Pollinators Initiative, 2013; Van Lexmond *et al.*, 2015), estratégias de conservação integradas são urgentes, buscando a conservação dos *habitats* naturais e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

O clado das abelhas e a maioria das plantas com flores (angiospermas) desenvolveram ao longo de milhões de anos uma relação mutualística, que por meio do processo de coevolução, tornaram as abelhas um dos principais grupos polinizadores dessas, que são as plantas mais abundantes do planeta (Michener, 2007). As abelhas são necessárias para a reprodução sexual da maioria das plantas com flores no ambiente natural, assim como das plantas utilizadas na produção alimentícia humana (Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011; Rech *et al.*, 2014; Klein *et al.* 2007; Alemberhe; Gebremeskel, 2016).

Segundo Bertoli *et al.* (2019, p. 11) a “coevolução é o processo evolutivo que quando uma mudança ocorre em uma espécie, irá influenciar a evolução de outra espécie”. No contexto das interações entre abelhas e plantas com flores, a coevolução constitui um processo dinâmico e contínuo, que envolve uma rede complexa de interações entre várias espécies, resultado de uma série de adaptações e diversificação dos dois grupos (Guimarães Jr. *et al.*, 2017).

Nesse processo coevolutivo, as plantas desenvolveram características atrativas, como: cores, aromas específicos e oferta de recompensas florais, incluindo o néctar, resinas e pólen, com o objetivo de atrair polinizadores efetivos. Por outro lado, as abelhas desenvolveram especializações comportamentais e morfológicas (como o tamanho do corpo e das línguas e estruturas para carregar os recursos florais) otimizando a eficiência da polinização (Zanella; Martins, 2003; Michener, 2007). As interações entre abelhas e plantas com flores envolvem diferentes graus de especialização e complementaridade funcional, podendo refletir processos coevolutivos em determinados sistemas ecológicos (Blüthgen; Klein, 2011).

A polinização é definida como a transferência do grão de pólen das anteras (órgão reprodutor masculino) até o estigma (órgão reprodutor feminino) (Rech *et al.*, 2014). Esse processo pode ocorrer na mesma planta ou flor — autopolinização — ou em flores de plantas diferentes da mesma espécie — polinização cruzada (Kluser, 2010; Rech *et al.*, 2014). A polinização pode ser realizada por agentes abióticos, como vento e água, e por agentes bióticos, como insetos, pássaros e mamíferos (Rech *et al.*, 2014).

Essa relação de ‘interdependência’ entre plantas e abelhas revela-se altamente benéfica para ambos os grupos e para a saúde do ecossistema como um todo (Michener, 2007). Do ponto de vista das plantas, a polinização cruzada favorece o aumento da variabilidade genética, condição essencial para o sucesso reprodutivo, adaptação evolutiva e manutenção das populações vegetais. Para as abelhas, os recursos florais (néctar, pólen, óleo, resina e até mesmo partes florais) representam a base alimentar para a nutrição e desenvolvimento larval e adulto.

Esse intercâmbio de benefícios fortalece não apenas as populações diretamente envolvidas, mas contribui para a estabilidade das redes ecológicas, promovendo o equilíbrio das interações bióticas (Bertoli *et al.*, 2019). Ademais, além de fonte de recursos alimentares, as plantas podem servir de abrigo e nidificação para abelhas solitárias e sociais (Zanella; Martins, 2003; Michener, 2007).

Em determinadas situações, algumas espécies de abelhas podem estabelecer relações interespecíficas com apenas uma ou poucas outras espécies vegetais, algo comum em abelhas solitárias, esse tipo relação é chamada oligolética. Em contraste, espécies generalistas, como a maioria das abelhas sociais, interagem com uma ampla variedade de plantas, caracterizando um comportamento polilético, no qual não há dependência direta de espécies vegetais específicas para a obtenção de alimento (Michener, 2007; Zanella; Martins, 2003).

Apesar da longa história evolutiva entre abelhas e as plantas com flores, essa relação vem sendo gravemente comprometida. Nas últimas décadas, observa-se um declínio nas populações de polinizadores em diversas regiões do mundo, um fenômeno amplamente documentado e alarmante (Biesmeijer *et al.*, 2006; Potts *et al.*, 2010), principalmente devido a fatores antrópicos.

O uso intensivo de pesticidas é uma das causas mais impactantes sobre a entomofauna, afetando severamente as populações de abelhas e causando prejuízos à biodiversidade (Botías; Sánchez-Bayo, 2018). A ampliação do uso dos neonicotinoides na década de 1990, desenvolvidos à base nicotina com intuito controlar variadas pragas, tornou-se uma grande causa de distúrbios e declínio das abelhas (Maxim; Van der Sluijs, 2013).

Vários estudos evidenciam como o uso desses produtos químicos afeta a diversidade de abelhas (Boff *et al.*, 2018; DiBartolomeis *et al.*, 2019; Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019; Cham *et al.*, 2019) e os neonicotinoides se mostram como principais ameaças (Sánchez-Bayo, 2014; Williams *et al.*, 2015; Van der Sluijs; Vaage, 2016). Além disso, destaca-se que além do impacto direto que os neonicotinoides causam sobre os insetos, alguns estudos tem demonstrado inúmeros efeitos subletais causados pela exposição a essas substâncias (Tavares *et al.*, 2015; Shi *et al.*, 2018; Morfin *et al.*, 2019).

A degradação dos *habitats* naturais é um outro fator que têm um grande impacto sobre as abelhas. Ao se considerar o alto grau de dependência que esses insetos apresentam em relação à flora, a devastação dos ambientes naturais impulsionada pelas atividades antropogênicas, como a urbanização e a expansão agrícola (Ma *et al.*, 2020), tem provocado perdas significativas em seus nichos ecológicos e resultam na escassez de plantas nectaríferas e poliníferas e na redução de locais adequados para nidificação (Cane, 2001; Brosi *et al.*, 2008; Sousa *et al.*, 2022).

Além da degradação ambiental e do uso indiscriminado de agrotóxicos, fatores biológicos como as patologias representam uma outra ameaça para a biodiversidade de abelhas. Doenças como varroase (Traynor *et al.*, 2020) e agentes patogênicos como bactérias (Daisley *et al.*, 2020), vírus (Souza *et al.*, 2019; Guimarães-Cestaro *et al.*, 2020) podem ser fatais para certas comunidades de abelhas.

As mudanças climáticas, amplamente discutidas na atualidade, configuram-se como uma ameaça com potencial de afetar fortemente as populações de abelhas nos mais variados locais do mundo (Gomes *et al.*, 2019; Soroye; Newbold; Kerr, 2020; Giannini *et al.* 2020; Lima; Marchioro, 2021). Muitas abelhas apresentam elevada sensibilidade térmica e dependência de condições

microclimáticas específicas, o que as torna particularmente vulneráveis a essas mudanças (Schenk; Krauss; Holzschuh, 2018). Além disso, variações nos regimes climáticos podem provocar descompassos fenológicos entre plantas e polinizadores, rompendo sincronias ecológicas essenciais à reprodução vegetal e à nutrição das abelhas (Freimuth *et al.*, 2021).

2.3. Abelhas sem ferrão: considerações gerais e nidificação

As abelhas sem ferrão, também conhecidas como meliponíneos, abelhas nativas ou indígenas, são assim chamadas por possuírem o ferrão atrofiado e, portanto, não serem capazes de ferroar. São o grupo mais antigo de abelhas eussociais, tendo surgido no Cretáceo, há cerca de 70 a 87 milhões de anos (Grüter, 2020). No mundo existem cerca de 45 gêneros e 605 espécies de abelhas sem ferrão descritas na literatura (Engel *et al.*, 2023), dessas, 251 espécies são encontradas na fauna brasileira (Moure; Urban; Melo, 2023).

Esse grupo está distribuído principalmente em regiões neotropicais, sendo também encontrados em regiões Afro-tropicais, Indo-Malaias e da Australásia (Grüter, 2020; Silveira; Melo; Almeida, 2002; Roubik, 2006; Nogueira-Neto, 1997). No hemisfério ocidental está concentrada a maior diversidade de espécies desse clado, com cerca de 80% das espécies meliponíneas ocorrendo entre o México e a Argentina (Ayala; Gonzalez; Engel, 2012).

Elas habitam uma grande diversidade de ecossistemas — como florestas tropicais, florestas nubladas e regiões áridas — e ocupam altitudes que variam do nível do mar até 4.000 metros nos Andes (Ayala; Gonzalez; Engel, 2012; Giannini *et al.*, 2015). No Brasil, as abelhas sem ferrão estão amplamente distribuídas em todos os biomas, ocorrendo desde as florestas úmidas da Amazônia e da Mata Atlântica até as regiões mais áridas e abertas, como a Caatinga e o Cerrado (Carvalho-Zilse *et al.*, 2011)

Os meliponíneos se assemelham as demais abelhas melíferas (com ferrão) por produzir mel e por serem eussociais, com colônias perenes divididas em castas. Esses insetos no entanto, apresentam características marcantes, de maneira geral (aspectos específicos são apontados no final do tópico): possuem colônias menores resultando em uma produção menor de mel (Karsai; Wenzel, 1998; Grüter, 2020); as migrações/enxameação de abandono são raras, devido as rainhas fisogástricas não voarem (Roubik, 2006; Grüter, 2020); as rainhas acasalam apenas uma vez (Kerr *et al.*, 1962; Roubik, 2006; Grüter, 2020); a maior parte das estruturas de seus ninhos não são construídos em cera pura (Roubik, 2006; Nogueira-Neto, 1997); a enxameação reprodutiva é

controlada e demorada, tendo a ‘colônia-mãe’ que preparar o local para nova colônia (Roubik, 2006; Grüter, 2020; Nogueira-Neto, 1997).

No bioma Caatinga alguns dos principais gêneros encontrados são *Melipona* Illiger, 1806, *Scaptotrigona* Moure 1942, *Trigona* Jurine (1807), *Plebeia* Schwarz 1938, *Frieseomelitta* Ihering (1912) (Zanella; Martins, 2003; Martins *et al.*, 2004; Macedo *et al.*, 2020; Bendini *et al.*, 2022). Abaixo seguem as descrições desses táxons:

Melipona Illiger 1806: esse gênero é o maior de Meliponini e está organizado em cinco subgêneros (Moure; Urban; Melo, 2023) com cerca de 74 espécies consideradas válidas e de ocorrência exclusiva dos Neotrópicos (Grüter, 2020), no Brasil são encontradas 40 espécies descritas (Pedro, 2014). As abelhas desse gênero são grandes e robustas (8 a 15 mm de comprimento), algumas comparáveis ao tamanho das operárias do gênero *Apis* Linnaeus, 1758. Uma característica peculiar desse táxon de Meliponini é que as células de cria são indiferenciadas, ou seja, células de rainha, machos e fêmeas são de tamanhos iguais (Michener, 2007). As colônias desse gênero possuem uma ampla variação no número de indivíduos, podendo ir de menos de 100 até aproximadamente 4700 indivíduos, a depender da espécie (Veiga; Grüter, 2019). A nidificação da maioria das espécies desse táxon se dá em cavidades de árvores (Michener, 2007) e a entrada típica localiza-se no centro de uma estrutura de raia, com formas variadas a depender da espécie, feita de geoprópolis ou barro (Cámara *et al.*, 2004; Souza *et al.*, 2009).

Scaptotrigona Moure (1942): esse táxon é bem diverso e, atualmente, compreende 51 espécies (Engel *et al.*, 2023) distribuídas da província de Buenos Aires (Argentina) até a região central do México (Michener, 2007). Esse gênero possui abelhas pequenas a médias (5 a 7 mm de comprimento) (Michener, 2007) e as colônias, com os poucos dados que se tem, pode ter um tamanho médio de 3600 (Veiga; Grüter, 2019) a aproximadamente 50000 indivíduos (Nogueira-Neto, 1970 *apud* Ferreira; Manente-Balestieri; Balestieri 2010), a depender da espécie. A nidificação desse gênero ocorre principalmente em cavidades de árvores (Michener, 2007), em algumas espécies é característica a construção da entrada do ninho com cerume, em formato tubular ou trombeta.

Trigona Jurine (1807): também de distribuição neotropical, esse gênero é constituído de 8 subgêneros e 35 espécies (Ribeiro *et al.* 2023), das quais 25 tem ocorrência registrada no Brasil (Oliveira *et al.*, 2026). As operárias desse táxon, a depender da espécie, são pequenas a grandes (5,5 a 11 mm de comprimento) (Grüter, 2020) e as colônias podem variar de uma média de cerca

1400 a até 175 mil indivíduos (Veiga; Grüter, 2019). Esse grupo pode nidificar em uma variedade de locais, a depender da espécie: cavidades em geral, no solo, em ninhos de cupins ou formigas e em ninhos expostos (Grüter, 2020).

Plebeia Schwarz (1938): As abelhas dessas espécies são pequenas (3 a 6 mm de comprimento) e estão distribuídas na porção tropical e subtropical do continente americano (Grüter, 2020). São reconhecidas cerca de 40 espécies (Grüter, 2020), 20 delas com ocorrência registrada no Brasil (Oliveira *et al.*, 2026). As colônias das espécies desse gênero, a depender da espécie, pode ter suas colônias variando de 100 a 7000 indivíduos (Witter *et al.*, 2007). Esse grupo pode fazer seus ninhos em árvores ocas, no solo ou ainda em infraestruturas artificiais, como canos ou fendas em paredes e muros (Michener, 2007; Witter *et al.*, 2007).

Friesomelitta Ihering (1912): Esse gênero é constituído de espécies de abelhas pequenas e esbeltas/delgadas (4 a 6,5 mm de comprimento) (Grüter, 2020). São contabilizadas 16 espécies, com ampla distribuição geográfica, ocorrendo do sudoeste do México ao sudeste do Brasil (Grüter, 2020), 12 dessas espécies são registradas no território brasileiro (Oliveira *et al.*, 2026). As espécies desse gênero, já estudadas, não possuem colônias grandes, o número de indivíduos varia de 400 a 1500 (Tóth *et al.*, 2004) e costumam nidificar em cavidades de árvores.

A diversidade arquitetônica dos ninhos é um aspecto marcante, refletindo a complexidade do comportamento social e a capacidade adaptativa desses insetos (Roubik, 2006). Essa diversidade, segundo Roubik (2006) está associada à genética das abelhas, à idade do ninho e aos fatores ambientais (presença de predadores, parasitas e as condições climáticas locais). O autor sublinha ainda que esses fatores regulam as características dos ninhos das abelhas sem ferrão, sugerindo adaptações específicas às pressões ambientais distintas, reforçando o caráter dinâmico das interações entre abelhas e ambiente.

Para a construção do ninho as abelhas sem ferrão utilizam uma combinação de substâncias — o cerume — composto principalmente de cera e resina, para construir quase todas as estruturas do ninho, desde o invólucro até células de crias e potes de alimento. Em algumas espécies, o cerume pode ainda ser misturado a outros materiais (lama, sementes, madeira e até fezes de vertebrados), dando origem a um material ainda mais resistente, o batume, que é usado para deixar o ninho mais protegido (Nogueira-Neto, 1997; Roubik, 2006; Grüter, 2020).

Estudos sobre a ecologia das espécies de abelhas sem ferrão se fazem necessários para se assegurar a conservação desses insetos, além de fornecer *insights* sobre os impactos sofridos por

esses invertebrados devido a ações antrópicas. Entre esses estudos, a identificação dos substratos de nidificação dos meliponíneos é de fundamental importância para o desenvolvimento de estratégias de conservação dessas espécies (Martins *et al.*, 2004; Macedo *et al.*, 2020).

No bioma Caatinga, estudos realizados em diferentes fitofisionomias têm demonstrado que, de modo geral, a maioria das espécies de abelhas sem ferrão nidifica em ocos de árvores, vivas ou mortas, com maior frequência de nidificação em espécies arbóreas como *Commiphora leptophloeos* e *Cenostigma pyramidale* (Martins *et al.*, 2004; Macedo *et al.*, 2020; Bendini *et al.*, 2022).

O conhecimento sobre os substratos vegetais preferenciais para nidificação é fundamental para a determinação de estratégias de conservação dos meliponíneos, especialmente em regiões semiáridas, onde os recursos disponíveis são naturalmente mais escassos. A conservação de espécies arbóreas utilizadas como suporte para ninhos contribui diretamente para a manutenção das populações naturais de abelhas sem ferrão (Macedo *et al.*, 2020). Por outro lado, ações antrópicas como o desmatamento e a fragmentação de *habitats* comprometem essas opções de substrato, interferindo negativamente no comportamento de seleção de nidificação e reduzindo a resiliência ecológica desses polinizadores em ambientes naturais.

2.4. Meliponicultura: solução para a conservação?

A criação do termo ‘meliponicultura’ ao pesquisador Paulo Nogueira-Neto (1922-2019), em 1953, para designar a criação técnica de abelhas sem ferrão (Carvalho-Zilse *et al.*, 2011; Nogueira-Neto, 1997). Essa atividade pode ser desenvolvida somente como um *hobby*, uma forma de lazer para o meliponicultor, ou como uma atividade econômica, com o intuito de geração de renda, por meio da comercialização do mel e de outros produtos (Halcroft *et al.*, 2013; Jaffé *et al.*, 2015; Gomes *et al.*, 2022).

Dentre os produtos oriundos das abelhas sem ferrão estão: o mel, a cera, o pólen e o própolis (Carvalho-Zilse *et al.*, 2011; Nogueira-Neto, 1997). Esses produtos naturais são usados pelo ser humano para variadas finalidades, podendo serem usados como alimento, remédio ou ainda assumir papel simbólico-religioso em rituais (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006; Grüter, 2020).

A meliponicultura torna-se relevante diante dos impactos negativos da fragmentação dos *habitats* naturais, que compromete a sobrevivência de diversas espécies meliponíneas, especialmente em regiões sujeitas à degradação ambiental (Felix; Freitas, 2021; Zanella; Martins,

2003; Rosso-Londoño; Imperatriz-Fonseca, 2017; Lopes Lopes; Ferreira; Santos, 2005; Venturieri *et al.*, 2012).

Apesar de seu potencial ecológico e socioeconômico, a meliponicultura ainda se desenvolve de forma relativamente lenta, principalmente quando comparada à apicultura convencional — atividade voltada à criação de abelhas *Apis mellifera* L. —, amplamente difundida e consolidada como uma importante cadeia produtiva nos cenários nacional e internacional (Zepeda, 2016; Jaffé *et al.*, 2015; Halcroft *et al.*, 2013; VanEngelsdorp; Meixner, 2010).

Enquanto a apicultura movimentava mercados significativos relacionados à produção de mel, cera e outros produtos apícolas, a meliponicultura ainda carece de políticas públicas robustas, apoio técnico especializado e reconhecimento formal em muitas regiões, apesar de seu potencial para promover conservação *in situ*, geração de renda e fortalecimento da agricultura sustentável (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006; Ambrosini *et al.*, 2023).

De acordo com Boff (2017, p. 116)

Sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida, a sociedade e a vida humana, visando sua continuidade e ainda atender as necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que os bens e serviços naturais sejam mantidos e enriquecidos em sua capacidade de regeneração, reprodução e evolução.

Essa definição pode ser facilmente refletida na prática da meliponicultura, que normalmente busca conservar o ambiente natural, como uma forma de manutenção do fornecimento de recursos as abelhas. Além disso essa é uma atividade que tem seu papel social, servindo de complemento a renda de algumas famílias (Jaffé *et al.*, 2015; Barbiéri; Franco, 2020).

Considerando-se os aspectos legislativos, no Brasil, a meliponicultura é guiada pela Lei Nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, que estabelece as diretrizes gerais para a proteção da fauna silvestre no Brasil (BRASIL, 1967), e pela Política Nacional da Biodiversidade (PNB), implementada pelo Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que discorre sobre a conservação e a utilização sustentável da biodiversidade e sua contribuição para o desenvolvimento econômico e social, prevenção e a mitigação de impactos sobre a biodiversidade (BRASIL, 2002).

Especificamente, a atividade possui diretrizes normatizadas pela Resolução Nº 496, de 19 de agosto de 2020, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que disciplina o uso e o manejo sustentável das abelhas sem ferrão no país (BRASIL, 2020). Essa resolução estabelece, principalmente, que a criação de abelhas sem ferrão deve ser realizada somente sob autorização de

órgão ambiental competente, e que a coleta na natureza deve ser por meio de recipientes-iscas ou em casos de resgates, regulamenta a comercialização e a criação de espécies exóticas somente sob autorização do órgão ambiental de fiscalização.

A atividade deve é regulamentada a nível estadual, a partir das diretrizes nacionais. Algumas legislações estaduais foram criadas, como nos estados: Bahia — Lei Nº 13.905 de 29/01/2018 — (BAHIA, 2018), Tocantins — Lei Nº 4449 de 04/07/2024 — (TOCANTINS, 2024), Ceará — Lei Nº 17896 de 11/01/2022 — (CEARÁ, 2022), Rio Grande do Norte — Lei nº 10.479 de 30/01/2019 — (RIO GRANDE DO NORTE, 2019), Goiás — Lei Nº 23.025 de 07/10/2024 — (GOIÁS, 2024), entre outros.

Essas leis surgem em resposta ao proeminente crescimento dessa atividade no país, e supre as necessidades de regularização dos meliponicultores. No entanto, essas legislações fragmentadas podem ser confusas e dispersas, sem assegurar a fiscalização concreta e a conservação da diversidade de espécies de abelhas sem ferrão.

No estado do Piauí, a Lei Nº 7.358, de 10 de fevereiro de 2020, institui a política para o Desenvolvimento e Expansão a Apicultura e Meliponicultura e o Programa de Incentivo a Apicultura e Meliponicultura (Proamel), que tem, entre outros objetivos, promover e estimular a pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias de manejo de polinizadores com incremento de produtividade e manutenção da biodiversidade no contexto da agricultura sustentável (PIAÚÍ, 2020). No entanto, essa lei não é efetiva na regulamentação da criação e conservação de abelhas sem ferrão, não oferecendo um amparo legal para essa atividade que tem ganhado espaço no estado.

Embora a meliponicultura seja amplamente reconhecida por seu potencial ecológico e por contribuir para a conservação das abelhas sem ferrão, essa atividade também pode representar riscos à biodiversidade quando não conduzida de forma adequada. Um dos principais problemas associados à prática indevida da meliponicultura é a retirada de colônias de seus *habitats* naturais para fins comerciais, o que pode comprometer populações silvestres e gerar desequilíbrios ecológicos (Zanella; Martins, 2003; Santos *et al.*, 2022).

No Brasil, observa-se que a implementação de políticas públicas que regulamentem a fiscalização e o cumprimento da regulação ambiental específica para meliponicultura ainda são incipientes. Estudos recentes revelam a existência de um mercado ilegal de translocação de colônias de abelhas sem ferrão, envolvendo uma ampla variedade de espécies e abrangendo todas as regiões do (Santos *et al.*, 2022; Carvalho, 2022). De acordo com Carvalho (2022), plataformas

digitais e redes sociais têm se consolidado como importantes vetores de facilitação para essa prática irregular, contribuindo para o comércio informal e desregulado de colônias, muitas vezes sem qualquer controle técnico, sanitário ou ambiental.

Tal prática pode trazer uma série de impactos negativos a biodiversidade, como a introdução de espécies exóticas, que pode ser extremamente prejudicial (Goulson, 2003; Carvalho, 2022), além de que, muitas das espécies meliponíneas tem simbioses (Nogueira-Neto, 1997; Roubik, 2006) que podem ser prejudiciais a outras espécies (Carvalho, 2022) e também tem inúmeros patógenos e doenças (Alvarez *et al.*, 2017; Díaz *et al.*, 2017; Caesar *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2019; Guimarães-Cestaro *et al.*, 2020) que são as principais preocupações nesse contexto da introdução de espécies exóticas (Carvalho, 2022).

Considerando-se que um dos efeitos amplamente reconhecidos da domesticação é a redução da diversidade genética, uma vez que apenas uma fração da população selvagem original é selecionada para reprodução e manejo (Bruford; Bradley; Luikart, 2003; Byatt *et al.*, 2015), a meliponicultura, quando baseada na multiplicação intensiva de poucas linhagens, pode acentuar esse processo, levando à homogeneização genética e ao enfraquecimento da capacidade adaptativa das populações manejadas (Quezada-Euán *et al.*, 2011).

A consanguinidade, resultante da endogamia, é um fator já conhecido como causador de problemas no processo reprodutivo de abelhas (Cook; Crozier, 1995), principalmente por gerar machos diploides (Van Wilgenburg; Driessen; Beukeboom, 2006; Heimpel; Boer, 2008), o que é prejudicial a colônia. Ademais, destaca-se que pouco se conhece sobre a complexidade da biologia reprodutiva das abelhas sem ferrão, devendo-se tratar a redução da diversidade genética com cautela (Vollet-Neto *et al.*, 2018).

2.5. Percebendo o estado de conservação das abelhas

A percepção é um fenômeno central para o processo cognitivo humano, constituindo-se como base para a construção do conhecimento e para a interpretação do mundo. Esse conceito é discutido por autores clássicos como John Locke e David Hume, que abordam a percepção como resultado direto das experiências sensoriais e da organização das ideias na mente.

Para Locke (1999), o indivíduo nasce despido de ideias inatas e constrói sua compreensão do mundo por meio das sensações recebidas pelos órgãos dos sentidos e pelo exercício da reflexão, isto é, pela observação dos próprios processos mentais. Segundo o filósofo, a mente é comparada a uma “tábula rasa”, sendo preenchida gradativamente pelas impressões do ambiente, de modo que

a percepção assume papel fundamental no desenvolvimento intelectual e moral do sujeito. Locke vai além, discutindo como as noções de identidade e continuidade da consciência também dependem da capacidade perceptiva, que permite distinguir, memorizar e relacionar características do mundo.

Hume (2003) complementa, sustentando que as impressões compõem as experiências sensoriais vívidas e imediatas, enquanto as ideias correspondem às cópias menos intensas dessas impressões, constituindo memórias e pensamentos. Segundo o autor, a percepção é o fundamento do conhecimento, uma vez que todas as crenças e inferências sobre o mundo derivam do processamento das impressões pelos sentidos e da associação mental que se forma entre elas.

O autor supracitado ressalta ainda a importância dos hábitos, pois, segundo ele, as conexões se estabelecem de forma repetida ao longo do tempo, moldando as crenças mais estáveis sobre a realidade. Dessa forma, ele rejeita qualquer referência à razão desvinculada da experiência e destaca que até noções como causalidade, ordem e identidade são fruto da percepção recorrente de eventos no mundo natural.

Já a abordagem fenomenológica trazida por Maurice Merleau-Ponty (1999) amplia o debate clássico ao considerar a percepção como um fenômeno encarnado, inseparável do corpo e da vivência histórica e social do ser humano. Para ele, a percepção não pode ser reduzida a mecanismos fisiológicos ou à recepção isolada de estímulos sensoriais.

De acordo com Merleau-Ponty (1999) a percepção é uma experiência viva e dinâmica através da qual o indivíduo constrói sentido e reconhece sua posição no mundo. Assim, a percepção precede a análise racional objetiva e revela a interligação entre sujeito e ambiente em cada ato perceptivo. Esse autor sublinha que perceber implica sempre interpretar, atribuir significado e modificar o próprio pensamento diante do que é apresentado, em um processo ininterrupto de diálogo com o meio.

Essas abordagens clássicas se entrelaçam com perspectivas contemporâneas da psicologia ambiental, como as apresentadas por Susan Clayton (2012), referência internacional em Psicologia Ambiental. Clayton (2012) destaca que a percepção ambiental resulta de fatores culturais, sociais e cognitivos, sendo determinante para o engajamento individual e coletivo na conservação da biodiversidade.

Nesse sentido, o modo como as pessoas percebem o ambiente é influenciado pela educação, pelo pertencimento social e pelas experiências vividas, em que o refinamento dessas percepções é

essencial para a adoção de comportamentos voltados para conservação e para a construção de políticas ambientais eficazes.

Dessa forma, as reflexões propostas pelos autores clássicos sobre percepção, conectadas aos entendimentos da psicologia ambiental, podem ser aplicadas para compreender a conservação de espécies de grande importância, como as abelhas. O aprofundamento teórico sobre percepção permite entender como experiências, educação e contextos socioculturais modelam o reconhecimento e a proteção desses polinizadores, tornando-se uma base sólida para projetos educativos e políticas voltadas à sustentabilidade.

Autores, como Lourenço e Cabral (2016) e Araújo e Guimarães (2024), evidenciam que produtores rurais dotados de maior percepção sobre os serviços ecossistêmicos das abelhas tendem a adotar práticas conservacionistas, reconhecendo o papel desses insetos para a biodiversidade e a segurança alimentar. A relevância das abelhas extrapola a produção de mel, abrangendo seu papel vital como agentes polinizadores e contribuindo para o equilíbrio dos ecossistemas naturais e agrícolas.

É importante também destacar, como a Educação Ambiental é muito importante no processo de mudança de perspectiva da conservação, pois só por meio desse processo que se terá a construção de valores individuais, com proativismo e comprometimento para com o bem estar ambiental (Brasil, 1999).

Barbosa *et al.* (2021) e Teixeira e Ronqui (2025) corroboram com esta afirmativa, ao observarem que grande parte dos alunos desconhece a importância e as causas do declínio das abelhas. No entanto quando esses têm acesso à Educação Ambiental esse cenário é diferente, pois passam a reconhecer a importância ecológica e econômica, assim como de práticas prejudiciais às abelhas, como o uso de agrotóxicos, desmatamento e poluição (Moura *et al.*, 2018).

Diante disso, destaca-se que transformação da percepção resulta em maior preocupação e engajamento ecológico, incentivando estudantes e comunidades a adotar comportamento essenciais para o equilíbrio ecossistêmico e a colaborar na conservação desses insetos essenciais para o planeta.

REFERÊNCIAS

ALEMBERHE, Kewanit; GEBREMESKEL, Kidu. A review on: role of honey bee pollination in improving crop productivity and seed quality in the northern Ethiopia. **Food Science and Quality Management**, v. 47, p. 7-13, 2016.

ALVAREZ, Leopoldo J. *et al.* Detection of honey bee viruses in Argentinian stingless bees (Hymenoptera: Apidae). **Insectes Sociaux**, v. 65, p. 191-197, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0587-2>. Acesso em: 13 mai. 2024.

AMBROSINI, Larissa B. *et al.* Diagnóstico da meliponicultura no Rio Grande do Sul. **Extensão Rural**, v. 30, p. e71394-e71394, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2318179671394>. Acesso em: 6 jan. 2026.

ARAÚJO, Maria E. da S.; GUIMARÃES, Luana L. A importância econômica, ecológica e ambiental das abelhas para os apicultores de Madalena, Ceará. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 9, p. e17917-e17917, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.70860/ufnt.rbec.e17917>. Acesso em: 1 dez. 2025.

ASCHER, J. S.; PICKERING, J. **Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)**. [S. l.]: Discover Life, 2020. Disponível em: <https://www.discoverlife.org>. Acesso em: 9 mar. 2026.

AYALA, Ricardo; GONZALEZ, Victor H.; ENGEL, Michael S. Mexican stingless bees (Hymenoptera: Apidae): diversity, distribution, and indigenous knowledge. *In: Pot-honey: a legacy of stingless bees*. New York, NY: Springer New York, 2012. p. 135-152. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7_9. Acesso em: 13 mai. 2024.

BAHIA. **Lei Nº 13.905**, de 29 de janeiro de 2018. Diário Oficial do Estado da Bahia. Salvador, BA, 31 de janeiro de 2018.

BARBIÉRI, Celso; FRANCOY, Tiago M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e00202, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190020r2vu2020L4AO>. Acesso em: 22 nov. 2024.

BARBOSA, Renata R. S. *et al.* Percepção dos alunos do 9º ano sobre a importância das abelhas sem ferrão no ecossistema. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 78084-78090, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-162>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BENDINI, Juliana do N. *et al.* Potencial de Espécies Arbóreas para a Nidificação de Abelhas Nativas no Bioma Caatinga. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022.

BERTOLI, Juliana F. *et al.* **Cartilha agroecológica das abelhas solitárias**. Universidade Federal do ABC, Brasil, Santo André–SP, 2019. 26p.

BIESMEIJER, Jacobus C. *et al.* Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1127863>. Acesso em 7 abr. 2025.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017. 200p.

BOFF, Samuel *et al.* Changes in social behavior are induced by pesticide ingestion in a Neotropical stingless bee. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 164, p. 548-553, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.061>. Acesso: 10 mai. 2024.

BLÜTHGEN, Nico; KLEIN, Alexandra-Maria. Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions. **Basic and applied ecology**, v. 12, n. 4, p. 282-291, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.11.001>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BOTÍAS, Cristina; SÁNCHEZ-BAYO, Francisco. Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. **Ecosistemas**, v. 27, n. 2, p. 34-41, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7818/ECOS.1314>. Acesso em: 7 abr. 2025

BRASIL. **Decreto Nº 4.339**, de 22 de agosto de 2002. Diário Oficial da União. Brasília, Nº 163, DF, 23 ago. 2002.

BRASIL. **Lei Nº 5.197**, de 3 de janeiro de 1967. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 05 jan. 1967.

RASIL. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 27 abr. 1999

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 496**, de 19 de agosto de 2020. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 20 ago. 2020.

BROSI, Berry J. The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. **Forest ecology and management**, v. 258, n. 9, p. 1830-1837, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.025> Acesso: 10 mai. 2024.

BROSI, Berry J. *et al.* The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, n. 3, p. 773-783, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.025>. Acesso em: 9 abr. 2025.

BROWN, J. Christopher *et al.* The impact of agricultural colonization and deforestation on orchid bees (Apidae: Euglossini) in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 293, p. 110560, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110560>. Acesso em: 3 abr. 2025.

BROWN, J. Christopher; OLIVEIRA, Marcio Luiz. The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil. **Apidologie**, v. 45, p. 172-188, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-013-0236-3>. Acesso: 12 mai. 2024.

BRUFORD, Michael W.; BRADLEY, Daniel G.; LUIKART, Gordon. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. **Nature Reviews Genetics**, v. 4, n. 11, p. 900-910, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrg1203>. Acesso em: 14 abr. 2025.

BYATT, M. A. *et al.* The genetic consequences of the anthropogenic movement of social bees. **Insectes Sociaux**, v. 63, p. 15-24, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-015-0441-3>. Acesso em: 14 abr. 2025.

CAESAR, LÍLIAN *et al.* The virome of an endangered stingless bee suffering from annual mortality in southern Brazil. **Journal of General Virology**, v. 100, n. 7, p. 1153-1164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001273>. Acesso em: 13 mai. 2024.

CÂMARA, JÚNIOR Q. *et al.* Estudos de meliponíneos, com ênfase a *Melipona subnitida* D. no município de Jandaíra, RN. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 4, n. 1, p. 0, 2004.

CANE, James H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict?. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26271798>. Acesso em: 9 abr. 2025.

CARVALHO, Antônio F. Illegalities in the online trade of stingless bees in Brazil. **Insect Conservation and Diversity**, v. 15, n. 6, p. 673-681, 2022. Disponível em: <https://doi-org.ez17.periodicos.capes.gov.br/10.1111/icad.12590>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CARVALHO, Francisco das C. De meleiro a meliponicultor. In: Imperatiz-Fonseca, Vera L.; Koedam, Dirk; Hrnir, Michael. **A abelha Jandaíra: no passado, presente e no futuro**. Mossoró: EduFERSA, p. 101-107, Mossoró, 2017.

CARVALHO-ZILSE, Gislene A. *et al.* **Meliponicultura: perguntas mais frequentes sobre abelhas sem ferrão-I. Série meliponicultura n. 8**, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2011. 41p.

CEARÁ. **Lei Nº 17896**, de 11 de janeiro de 2022. Diário Oficial do Estado do Ceará. Fortaleza, CE, 11 de janeiro de 2022.

CHAM, Karina O. *et al.* Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. **Environmental entomology**, v. 48, n. 1, p. 36-48, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy137>. Acesso em 10 mai. 2024.

CLAYTON, Susan D. (Ed.). **The Oxford handbook of environmental and conservation psychology**. Oxford University Press, 2012.

COOK, James M.; CROZIER, Ross H. Sex determination and population biology in the Hymenoptera. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 7, p. 281-286, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(95\)90011-X](https://doi.org/10.1016/0169-5347(95)90011-X). Acesso em: 14 abr. 2025.

CORTOPASSI-LAURINO, Marilda *et al.* Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>. Acesso em: 13 abr. 2025.

CRANE, Eva; GRAHAM, Alexander J. Bee hives of the ancient world. 1. **Bee World**, v. 66, n. 1, p. 23-41, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0005772X.1985.11098818>. Acesso em 9 mai. 2024.

DAISLEY, Brendan A. *et al.* Missing microbes in bees: how systematic depletion of key symbionts erodes immunity. **Trends in Microbiology**, v. 28, n. 12, p. 1010-1021, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.06.006>. Acesso em: 9 abr. 2025.

DÍAZ, Sebastián *et al.* Report on the microbiota of *Melipona quadrifasciata* affected by a recurrent disease. **Journal of invertebrate pathology**, v. 143, p. 35-39, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.11.012>. Acesso em: 13 mai. 2024.

DIBARTOLOMEIS, Michael *et al.* An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States. **PloS one**, v. 14, n. 8, p. e0220029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220029>. Acesso: 3 abr. 2025.

ENGEL, Michael S. *et al.* Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. **ZooKeys**, v. 1172, p. 239, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>. Acesso em: 13 mai. 2024.

FELIX, Jânio A.; FREITAS, Breno M. Richness and distribution of the meliponine fauna (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in the State of Ceará, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, p. e20190767, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190767>. Acesso em: 8 abr. 2024.

FREIMUTH, Jonas *et al.* Climate warming changes synchrony of plants and pollinators in Germany. **bioRxiv**, p. 2021.01. 10.425984, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2021.01.10.425984>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GARIBALDI, Lucas A. *et al.* Negative impacts of dominance on bee communities: Does the influence of invasive honey bees differ from native bees? **Journal Ecology: Ecological Society of America**, v. 102, n. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ecy.3526>. Acesso em: 7 abr. 2024.

GIANNINI, Tereza C. *et al.* Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. **Regional Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01611-y>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GIANNINI, T. C. *et al.* Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, p. 209-223, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GOIÁS. **Lei N° 23.025**, de 7 de outubro de 2024. Diário Oficial do Estado de Goiás. Goiânia, GO, 7 de outubro de 2024.

GOMES, Bruna B. *et al.* Perfil dos meliponicultores e aspectos da criação de abelhas sem ferrão em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 3, p. 76-81, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1471>. Acesso em: 14 mai. 2024.

GOMES, Vitor H. F. *et al.* Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. **Nature Climate Change**, v. 9, n. 7, p. 547-553, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GOULSON, Dave. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, p. 1-26, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GRÜTER, Christoph. **Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution**. Springer Nature, 2020. 385p.

GUIMARÃES-CESTARO, Lubiane *et al.* Occurrence of virus, microsporidia, and pesticide residues in three species of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the field. **The Science of Nature**, v. 107, n. 16. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-020-1670-5>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GUIMARAES Jr, Paulo R. *et al.* Indirect effects drive coevolution in mutualistic networks. **Nature**, v. 550, n. 7677, p. 511-514, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature24273>. Acesso em: 9 mai. 2024

HALCROFT, Megan T. *et al.* The Australian stingless bee industry: a follow-up survey, one decade on. **Journal of Apicultural Research**, v. 52, n. 2, p. 1-7, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3896/IBRA.152.2.01>. Acesso em: 3 mai. 2024.

HEIMPEL, George E.; DE BOER, Jetske G. Sex determination in the Hymenoptera. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 53, n. 1, p. 209-230, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093441>. Acesso em: 9 abr. 2025.

HUME, David. **Investigações sobre entendimento humano e sobre os princípios da moral**. Tradução de José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 438p.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. *et al.* (Org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 488 p.

INOUE, Tamiji *et al.* Discovery of successful absconding in the stingless bee *Trigona* (*Tetragonula*) *laeviceps*. **Journal of Apicultural Research**, v. 23, n. 3, p. 136-142, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00218839.1984.11100622>. Acesso em: 15 jul. 2024.

IPBES. **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Editores: Simon G. Potts, Vera L. Imperatriz-Fonseca, Hien T. Ngo. Bonn, Alemanha: Secretariat of the IPBES, 2016. 552 p.

JAFFÉ, Rodolfo *et al.* Abelhas para o desenvolvimento: Pesquisa brasileira procura transformar a criação de abelhas nativas numa ferramenta de desenvolvimento sustentável. **Mensagem Doce**. V. 132, p. 2-9, 2015.

KARSAI, István; WENZEL, John W. Productivity, individual-level and colony-level flexibility, and organization of work as consequences of colony size. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, n. 15, p. 8665-8669, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.95.15.8665>. Acesso em: 22 jul. 2024.

KEIL, Petr *et al.* Biodiversity change is scale-dependent: an example from Dutch and UK hoverflies (Diptera, Syrphidae). **Ecography**, v. 34, n. 3, p. 392-401, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06554.x>. Acesso em 7 abr. 2025.

KERR, Warwick E. *et al.* Reproduction in the social bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the New York Entomological Society**, p. 265-276, 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25005835>. Acesso em: 15 jul. 2024.

KLEIN, Bert C. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. **Ecology**, v. 70, n. 6, pp. 1715-1725, 1989. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1938106>. Acesso em: 4 abr. 2024.

KLEIN, Alexandra-Maria *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the royal society B: biological sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007. Disponível: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KLEIN, Alexandra-Maria; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; TSCHARNTKE, Teja. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1518, p. 955-961, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2306>. Acesso em 7 abr. 2025

KLUSER, Stéphane. Global honey bee colony disorders and other threats to insect pollinators. **UNEP Emerging Issues**, p. 1-16, 2010.

KREMEN, Claire *et al.* The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology letters**, v. 7, n. 11, p. 1109-1119, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00662.x>. Acesso em: 9 mai. 2024.

LIMA, Valdeir P; MARCHIORO, Cesar A. Brazilian stingless bees are threatened by habitat conversion and climate change. **Regional Environmental Change**, v. 21, n. 1, p. 14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01751-9>. Acesso em: 10 mai. 2024.

LOCKE, John. **Ensaio acerca do entendimento humano**. Tradução de Anuar Aiex. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

LOPES, Marcio; FERREIRA, João B.; SANTOS, Gilberto dos. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, p. 1-3, 2005.

LOURENÇO, Maria S. M.; CABRAL, José E. de O. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 93-115, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p93-115>. Acesso em: 10 fev. 2026.

MACEDO, Carlos R. C. *et al.* Comportamento da nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 21, 2020.

MA, Jun *et al.* Global forest fragmentation change from 2000 to 2020. **Nature Communications**, v. 14, n. 1, p. 3752, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39221-x> Acesso em: 9 abr. 2025.

MARDEGAN, Clélia M. *et al.*, **Apicultura**. 3ed., Boletim técnico 202, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas-SP, 2009. 121p.

MARTINS, Celso F. *et al.* Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1-8, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000200003>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MAXIM, Laura; VAN DER SLUIJS, Jeroen P. Seed-dressing systemic insecticides and honeybees. In: **Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation**, pp.401–438, ed. European Environment Agency. European Environment Agency (EEA) report 1/2013, Copenhagen, 2013.

MOURE, Jesus S.; URBAN, Danúncia; MELO, Gabriel A. R. (org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**: online version. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 3 abr. 2024.

MELO, Gabriel A. R. Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on the crabronid wasps. **Natural History Museum University of Kansas**, n. 14, pp. 1-55, 1998.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da percepção**. Tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MICHENER, Charles D. **The Bees of the World**. The Johns Hopkins University Press, 2ed., 2007.

MORANDIN, Lora A.; WINSTON, Mark L. Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 116, n. 3-4, p. 289-292, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.012>. Acesso em 7 abr. 2025.

MORFIN, Nuria *et al.* Effects of sublethal doses of clothianidin and/or V. destructor on honey bee (*Apis mellifera*) self-grooming behavior and associated gene expression. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 5196, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41365-0>. Acesso em: 8 abr. 2025.

MOURA, Danilo F. D. Percepção de estudantes da educação básica sobre a importância das abelhas para o meio ambiente. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 65. 2018.

MUTSAERS, Marieke *et al.* **Produtos apícolas propriedades, processamento e comercialização**. Série Agrodok, n. 42, Wageningen, 2006. 102p.

NOGUEIRA, David S. *et al.* Two new species of *Scaptotrigona* Moure, 1942 from the Amazon forest (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **EntomoBrasilis**, v. 15, p. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15.e985>. Acesso em: 20 abr. 2025.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **A vida e a criação de abelhas sem ferrão**. Editora Nogueirapis. São Paulo, 1997. 445p.

OLIVEIRA M. L. *et al.* **Apidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/9058>. Acesso em: 12 abr. 2026.

OLLERTON, Jeff; WINFREE, Rachael; TARRANT, Sam. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011. Disponível: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>. Acesso em: 9 mai. 2024.

ORR, Michael C. *et al.* Global patterns and drivers of bee distribution. **Current Biology**, v. 31, n. 3, p. 451-458. e4, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.10.053>. Acesso em: 23 abr. 2025.

PEDRO, Silvia R. M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.348-354>. Acesso em: 16 abr. 2025.

PEH, Kelvin S. H.; LEWIS, Simon L. Conservation implications of recent advances in biodiversity–functioning research. **Biological Conservation**, v. 151, n. 1, p. 26-31, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.005>. Acesso em: 13 abr. 2025.

PIAUÍ. **Lei Nº 7.358**, de 10 de fevereiro de 2020. Diário oficial do estado do Piauí. Teresina, PI, 06 de março de 2020.

POINAR Jr., G. O.; DANFORTH, B. N. A fossil bee from Early Cretaceous Burmese amber. **Science**, v. 314, n. 5799, p. 614-614, 2006. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1134103>. Acesso em: 20 abr. 2024.

POTTS, Simon G. *et al.* Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>. Acesso em 7 abr. 2025.

PUNDEK, Isabella; GONÇALVES, Rodrigo B. Bees from Southern Brazil: diversity, floral visitation, and conservation. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 69, n. 1, p. e20240094, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2024-0094>. Acesso em: 3 abr. 2025.

QUEZADA-EUÁN, Jose J. G. *et al.* Genetic and phenotypic differentiation in endemic *Scaptotrigona hellwegeri* (Apidae: Meliponini): implications for the conservation of stingless bee populations in contrasting environments. **Insect Conservation and Diversity**, v. 5, n. 6, p. 433-443, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00179.x>. Acesso em: 14 abr. 2025.

RECH, André R. *et al.* (Org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014. 527p.

REQUIER, Fabrice *et al.* Bee and non-bee pollinator importance for local food security. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 38, n. 2, p. 196–205, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.10.006>. Acesso em: 13 abr. 2025.

RIBEIRO, Cristiano F. *et al.* Review of *Trigona* (Nostotrigona) Engel, 2021 from Brazil with description of three new species (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Zootaxa**, v. 5306, n. 3, p. 349-366, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5306.3.3>. Acesso em: 20 abr. 2025.

RIBEIRO, Márcia de F. *et al.* Apicultura e meliponicultura. In: MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília, DF, Embrapa, 2019. cap. 10, p. 333-362.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei Nº 10.479**, de 30 de janeiro de 2019. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 30 de janeiro de 2019.

ROUBIK, David W. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 327-355, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25084419>. Acesso em: 23 apr. 2025

ROUBIK, David W. **Ecology and Natural History of tropical bees**. Cambridge University Press, 1989. 514 p.

ROUBIK, David W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>. Acesso em: 6 abr. 2024

ROSSO-LONDOÑO, Juan M.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. “Abelha não serve só pra botar mel, não!”: meleiros e conflito socioambiental na Caatinga potiguar. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L.; KOEDAM, Dirk; HRNCIR, Michael. **A abelha Jandaíra**: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA, p. 93-100, Mossoró, 2017.

SAMEJIMA, Hiromitsu *et al.* The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v. 120, n. 4, p. 577-587, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.030>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SÁNCHEZ-BAYO, Francisco. The trouble with neonicotinoids. **Science**, v. 346, n. 6211, p. 806-807, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1259159>. Acesso em: 7 abr. 2025

SÁNCHEZ-BAYO, Francisco; WYCKHUYS, Kris A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>. Acesso: 3 abr. 2025.

SANTOS, Charles F. *et al.* The widespread trade in stingless beehives may introduce them into novel places and could threaten species. **Journal of Applied Ecology**, v. 59, n. 4, p. 965- 981, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14108>. Acesso em: 13 mai. 2024.

SANTOS, Evandro J. *et al.* Abelhas (Hymenoptera: Anthophila) em uma área de Caatinga no estado de Pernambuco. **Biodiversidade**, v. 19, n. 3, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/10820>. Acesso em: 11 mai. 2024

SCHENK, Mariela; KRAUSS, Jochen; HOLZSCHUH, Andrea. Desynchronizations in bee–plant interactions cause severe fitness losses in solitary bees. **Journal of Animal Ecology**, v. 87, n. 1, p. 139-149, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12694>. Acesso em: 13 mai. 2024.

SERRANO, Ana Roldán; GUERRA-SANZ, José M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p. 160-166, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.024>. Acesso em 7 abr. 2025.

SHI, Tengfei *et al.* Metabolomic analysis of honey bee, *Apis mellifera* L. response to thiacloprid. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 152, p. 17-23, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.08.003> Acesso em: 8 abr. 2025.

SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel A. R.; ALMEIDA, Eduardo A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, 2002. 253p.

SOROYE, Peter; NEWBOLD, Tim; KERR, Jeremy. Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. **Science**, v. 367, n. 6478, p. 685-688, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aax8591>. Acesso em: 3 abr. 2025.

SOUSA, Fernanda G. *et al.* Natural habitat cover and fragmentation per se influence orchid-bee species richness in agricultural landscapes in the Brazilian Cerrado. **Apidologie**, v. 53, n. 2, p. 20, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00925-6>. Acesso em: 9 abr. 2025.

SOUZA, Flaviane S. *et al.* Occurrence of deformed wing virus variants in the stingless bee *Melipona subnitida* and honey bee *Apis mellifera* populations in Brazil. **Journal of General Virology**, v. 100, n. 2, p. 289-294, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001206>. Acesso em: 9 abr. 2025.

SOUZA, Bruno A. *et al.* **Mundurí (Melipona asilvai): a abelha sestrosa**. Série Meliponicultura, n. 7, Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. 46p.

TAVARES, Daiana A. *et al.* Exposure to thiamethoxam during the larval phase affects synapsin levels in the brain of the honey bee. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 169, p. 523-528, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.048>. Acesso em: 8 abr. 2025.

TEIXEIRA, D. G. B.; RONQUI, L. O papel das abelhas na educação ambiental: promovendo a conscientização e a conservação. **STUDIES IN EDUCATION SCIENCES**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. e19037, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.54019/sesv6n3-014>. Acesso em: 9 mar. 2026.

TOCANTINS. **Lei Nº 4449**, de 04 de julho de 2024. Diário Oficial do Estado do Tocantins, nº 6.607. Palmas, TO, 09 de julho de 2024.

TÓTH, E. *et al.* Conflict over male parentage in stingless bees. **Insectes sociaux**, v. 51, p. 1-11, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-003-0707-z>. Acesso em: 20 abr. 2025.

TRAYNOR, Kirsten S. *et al.* Varroa destructor: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. **Trends in parasitology**, v. 36, n. 7, p. 592-606, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.04.004>. Acesso em: 9 abr. 2025.

VANBERGEN, Adam J.; INSECT POLLINATORS INITIATIVE. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 5, p. 251-259, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/120126>. Acesso em 7 abr. 2025.

VAN DER SLUIJS, Jeroen P.; VAAGE, Nora S. Pollinators and global food security: the need for holistic global stewardship. **Food ethics**, v. 1, p. 75-91, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41055-016-0003-z>. Acesso em: 7 abr. 2025 .

VANENGELSDOR, D.; MEIXNER, M. D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **Journal of invertebrate pathology**, v. 103, p. S80-S95, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>. Acesso em: 16 de outubro de 2024.

VAN LEXMOND, Maarten B. *et al.* Worldwide integrated assessment on systemic pesticides: Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 1-4, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3220-1>. Acesso em 7 abr. 2025.

VAN WILGENBURG, Ellen; DRIESSEN, Gerard; BEUKEBOOM, Leo W. Single locus complementary sex determination in Hymenoptera: an "unintelligent" design?. **Frontiers in Zoology**, v. 3, p. 1-15, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1742-9994-3-1>. Acesso em: 9 abr. 2025.

VEIGA, J. C.; GRÜTER, G. Macroevolutionary trends in colony size suggest advanced eusociality in stingless bee ancestors. In: Veiga, J. C. **História natural de abelhas nativas sem ferrão (Apidae, Meliponini)**: biologia reprodutiva, tendências macroevolutivas e genética de populações. 2019. 169f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ecologia) Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA, 2019.

VENTURIERI, Giorgio C. *et al.* Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. *et al.* (Orgs.) **Polinizadores no Brasil**: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 488 p.

VOLLET-NETO, Ayrton *et al.* Recent advances in reproductive biology of stingless bees. **Insectes sociaux**, v. 65, p. 201-212, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-018-0607-x>. Acesso em: 9 abr. 2025.

WILLIAMS, Geoffrey R. *et al.* Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. **Scientific reports**, v. 5, n. 1, p. 14621, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep14621>. Acesso em: 7 abr. 2025.

WITTER, Sidia *et al.* Meliponicultura no Rio Grande do Sul: contribuição sobre a biologia e conservação de *Plebeia nigriceps* (Friese 1901) (Apidae, Meliponini). **Biosci. j. (Online)**, p. 134-140, 2007.

ZANELLA, Fernando C. V.; MARTINS, Celso F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. *In*: LEAL, I.R.; TABARELL, M.; SILVA, J.M.C. (Org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, UFPE, 2003. p. 75-134.

ZEPEDA, Raquel. Meliponicultura: Práctica milenaria. Diálogo Xalapa, **Ciencia y luz**, Universidad Veracruzana, 2016.

ARTIGO 1: DIVERSIDADE DE ABELHAS SEM FERRÃO E PADRÕES DE NIDIFICAÇÃO EM ÁREA DE CAATINGA, PIAUÍ, BRASIL

Marcos Daniel de Sousa Gomes¹, Juliana do Nascimento Bendini^{1,2}

¹ Universidade Federal do Piauí, Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente, *Campus* Ministro Petrônio Portella, Teresina, PI, Brasil.

² Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, Picos, PI, Brasil.

RESUMO: As abelhas sem ferrão constituem o grupo mais antigo entre as abelhas sociais, apresentando elevada diversidade nos trópicos. Destacam-se pela ampla variação morfológica, comportamental e ecológica, ocupando diferentes substratos de nidificação, sobretudo cavidades arbóreas. Contudo, processos de degradação ambiental, como desmatamento e fragmentação, têm comprometido suas populações. Na Caatinga, a perda de cobertura vegetal, associada às mudanças climáticas, intensifica esse cenário de vulnerabilidade. Neste contexto, o presente estudo investigou a diversidade e os fatores que influenciam a nidificação dessas abelhas em uma área antropizada no município de Bela Vista do Piauí. A pesquisa foi realizada em fragmentos de Caatinga (58,3 ha), com evidentes sinais de degradação. O levantamento dos ninhos ocorreu por busca ativa e turnês guiadas, totalizando 40 horas amostrais durante o período chuvoso de 2025. Os ninhos foram georreferenciados, amostrados e identificados, com espécimes depositados em coleções científicas. Foram caracterizados os substratos de nidificação (DAP, altura e orientação da entrada), além da identificação botânica e análise das propriedades físicas da madeira. As análises incluíram índices ecológicos, testes estatísticos e modelos lineares generalizados. Ao todo, foram registradas 132 colônias, pertencentes a seis espécies, associadas a 23 tipos de substratos, incluindo 21 espécies vegetais. Observou-se baixa diversidade ($H' = 0,97$), com dominância de espécies de *Scaptotrigona*. A espécie vegetal mais utilizada foi *Sarcomphalus joazeiro*. Apenas *Scaptotrigona depilis* apresentou associação com características estruturais do substrato, evidenciando a influência do diâmetro arbóreo. Conclui-se que há baixa diversidade e riqueza de meliponíneos e reforça-se a importância da conservação da vegetação nativa para a manutenção dessas abelhas.

Palavras-chave: Meliponini; semiárido; conservação de polinizadores, interação inseto-planta; antropização.

ABSTRACT: Stingless bees constitute the oldest group among social bees, presenting high diversity in the tropics. They stand out for their wide morphological, behavioral, and ecological variation, occupying different nesting substrates, especially tree cavities. However, environmental degradation processes, such as deforestation and fragmentation, have compromised their populations. In the Caatinga, the loss of vegetation cover, associated with climate change, intensifies this scenario of vulnerability. In this context, the present study investigated the diversity and factors influencing the nesting of these bees in an anthropized area in the municipality of Bela Vista do Piauí. The research was conducted in Caatinga fragments (58.3 ha), with evident signs of

degradation. The survey of nests occurred through active search and guided tours, totaling 40 sampling hours during the rainy season of 2025. The nests were georeferenced, sampled, and identified, with specimens deposited in scientific collections. Nesting substrates were characterized (DBH, height, and entrance orientation), in addition to botanical identification and analysis of the physical properties of the wood. The analyses included ecological indices, statistical tests, and generalized linear models. In total, 132 colonies were recorded, belonging to six species, associated with 23 types of substrates, including 21 plant species. Low diversity ($H' = 0.97$) was observed, with a dominance of *Scaptotrigona* species. The most used plant species was *S. joazeiro*. Only *Scaptotrigona depilis* showed an association with the structural characteristics of the substrate, evidencing the influence of tree diameter. It is concluded that there is low diversity and richness of stingless bee species, and the importance of conserving native vegetation for the maintenance of these bees is reinforced.

Keywords: Meliponini. Semiarid. Pollinator conservation. Insect-plant interaction. Anthropization.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) são caracterizadas por apresentar ferrões vestigiais, sendo incapazes de ferroar. Entre as abelhas sociais, esse grupo taxonômico é o mais antigo, sendo abundante e diverso nos trópicos em todo o mundo, principalmente no hemisfério ocidental (Ayala; Gonzalez; Engel, 2012; Grüter, 2020).

Existem cerca de 605 espécies de meliponíneos descritas na literatura (Engel *et al.*, 2023), que se diferem significativamente em aspectos morfológicos, comportamentais e adaptativos. Essas variações permitem que elas ocupem uma grande diversidade de ecossistemas (Ayala; Gonzalez; Engel, 2012; Giannini *et al.*, 2015).

Os meliponíneos apresentam ampla diversidade arquitetônica em seus ninhos, podendo nidificar em diferentes substratos, como cavidades em árvores, solo, rochas, estruturas artificiais, além de cupinzeiros ou formigueiros abandonados e até mesmo em ninhos expostos (Roubik, 1989; Roubik, 2006). No entanto, a maioria das espécies utiliza cavidades arbóreas (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009), padrão que, segundo Roubik (1989), está associado à maior resistência e longevidade desse tipo de substrato, que permite maior segurança e perenidade às colônias.

Contudo, a degradação de seus *habitats*, seja por desmatamento ou queimadas, representa uma das principais ameaças para a manutenção das populações de abelhas sem ferrão (Klein, 1989; Samejima *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2019). No território brasileiro, a fragmentação da vegetação

impulsionada sobretudo pela conversão de áreas naturais para uso agropecuário, afeta fortemente os meliponíneos (Brosi, 2009; Brown; Oliveira, 2014; Toledo-Hernández *et al.*, 2022).

A Caatinga representa cerca de 10% do território brasileiro, e, de acordo com dados da plataforma MapBiomas (2025), desde 1987 perdeu aproximadamente 26% de sua cobertura vegetal em decorrência do desmatamento. O cenário se agrava ao se considerar o estudo de Moura *et al.* (2023) que, ao modelar os padrões atuais e futuros de distribuição de espécies vegetais na Caatinga, concluíram que as mudanças climáticas podem levar a perdas drásticas nas comunidades vegetais até 2060, com efeitos particularmente severos sobre a vegetação lenhosa.

Portanto, a supressão da cobertura vegetal, aliada às projeções de mudanças climáticas, reforça a vulnerabilidade das abelhas nativas sem ferrão, especialmente no Piauí, onde o conhecimento sobre esse grupo ainda é limitado, em comparação à apicultura e à abelha *Apis mellifera* (Bendini *et al.*, 2020), particularmente no que se refere à sua diversidade e ecologia.

Embora a disponibilidade de cavidades seja um requisito essencial para a nidificação, as características estruturais dos substratos podem também desempenhar papel fundamental na seleção dos locais de nidificação pelos meliponíneos. Aspectos, como espécie botânica, diâmetro, altura da entrada da cavidade e propriedades físicas da madeira podem influenciar na proteção contra predadores, estabilidade microclimática, durabilidade do substrato e capacidade de acomodar colônias de diferentes tamanhos (Moritz; Crewe, 1988; Roubik, 2006; Macías-Macías *et al.*, 2011; Vollet-Neto; Menezes; Imperatriz-Fonseca, 2015; Macedo, 2020; Grüter, 2020; Hora; Bayeta; Negera, 2023).

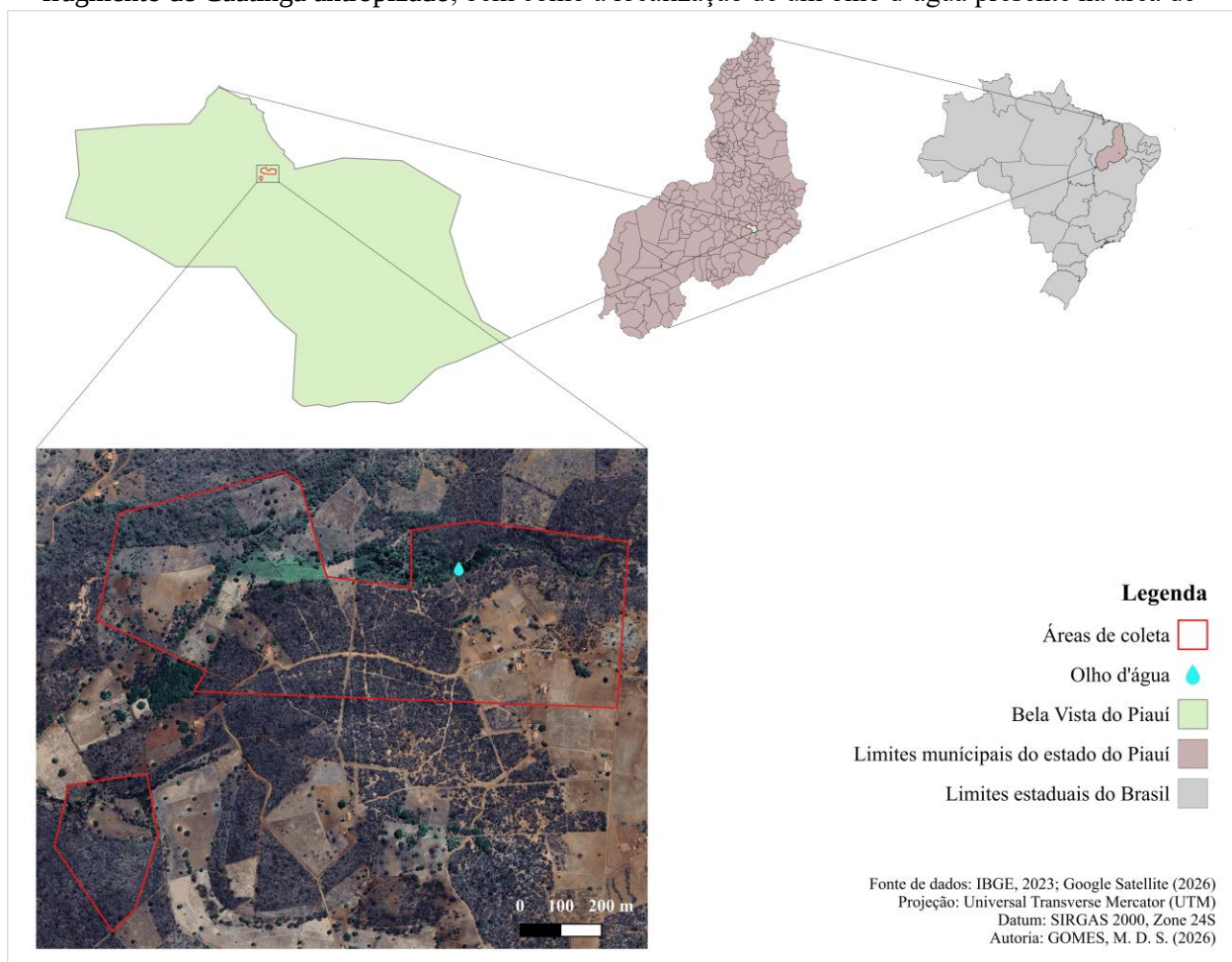
Dessa forma, com o presente estudo, objetivou-se investigar a diversidade biológica de abelhas sem ferrão nidificadas, padrões e fatores que influenciam nidificação em uma área de Caatinga antropizada no estado do Piauí.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Bela Vista do Piauí (Figura 1.1), que integra a microrregião Alto Médio Canindé. A sede da cidade tem altitude de 330 m acima do nível do mar e está inserido no domínio fitogeográfico de Caatinga, apresenta clima semiárido quente (Medeiros; Cavalcanti; Duarte, 2020), com temperaturas mínimas de 16 °C e máximas de 38°C, com média anual mantendo-se entre 28 a 30 °C e pluviosidade variando de 600 a 800 milímetros, concentrados entre os meses de dezembro a março (Andrade Júnior *et al.*, 2004).

Figura 1.1 — Localização da área de estudo no município de Bela Vista do Piauí, estado do Piauí, Brasil. Os mapas de localização apresentam a posição do município no estado do Piauí e deste no território brasileiro. A imagem de satélite destaca as áreas de coleta (polígonos vermelhos) inseridas em um fragmento de Caatinga antropizado, bem como a localização de um olho d'água presente na área de



Fonte dos dados cartográficos: IBGE (2023) e Google Satellite (2026). Elaboração própria no QGIS 4.0.3.

O estudo sobre os substratos de nidificação foi realizado em dois fragmentos de Caatinga, com menos de 250 m entre si, e com uma área total de 58,3 ha. A paisagem é caracterizada por trechos descontínuos de vegetação nativa, pastagens, agricultura de subsistência, estradas, cercas e áreas de assentamento humano. Também existe na área uma nascente d'água pontual perene sem formação de curso superficial.

Foram observados ainda, sinais de degradação ambiental na área, como: solo exposto, erosão sulcada e laminar, trilhas, presença de espécies invasoras e supressão vegetal. Os trechos de vegetação remanescente, caracteristicamente arbórea-arbustiva, apresentavam sinais de coleta seletiva de madeira para usos como lenha, marcenaria, construção ou cercados.

2.2. Levantamento dos ninhos

Os recortes geográficos selecionados para o estudo foram percorridos por meio de turnês guiadas (Albuquerque; Lucena, 2004), com auxílio de um meliponicultor que desempenhou a função de informante na localização de colônias de meliponíneos já conhecidas. Ademais, foram empregadas técnicas de busca e observação ativa, em trilhas aleatórias, para identificar outras colônias (Serra *et al.*, 2009; Macedo *et al.*, 2020).

As áreas foram percorridas das 7:30 às 12:00 e das 13:00 às 17:30 horas, em 4 ocasiões (esforço amostral total = 36 horas), entre os meses de janeiro e março de 2025, contemplando o período chuvoso e de floração, buscando-se assim, maximizar as chances de detectar colônias em atividade durante o período de maior disponibilidade de alimentos (Zanella; Martins, 2003).

Cada ninho de abelhas foi georreferenciado por meio de GPS (*Global Positioning System*) no aplicativo *android* ‘GPS Essentials’. A partir da geolocalização dos ninhos e da nascente d’água foi possível estabelecer a distância entre os pontos. Foram coletados 5 exemplares de abelhas de cada ninho com rede entomológica, sendo armazenados em potes de coleta, devidamente identificados, e conservados em álcool 70%.

Posteriormente, foi realizada a montagem em alfinete entomológico, secagem em estufa, etiquetagem, acondicionamento em caixas entomológicas, no Laboratório de Pesquisa 3, no *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB/UFPI), Picos. Os espécimes foram identificados pelos pesquisadores Me. Matheus Mourão Carvalho e Prof. Dr. Eduardo A. B. Almeida, e depositados na *Coleção Entomológica “Prof. J.M.F. Camargo” (RPSP)*, *FFLCRP/USP, Ribeirão Preto, Brasil* e na *Coleção Entomológica de Abelhas do Semiárido Piauiense, UFPI, Picos, Brasil*.

A realização deste trabalho foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, sob o número de autorização 98916-1.

2.3. Caracterização dos substratos de nidificação

Em cada ninho, foi realizada a caracterização detalhada dos substratos de nidificação por meio de medições da circunferência da árvore à altura do peito (CAP) e da altura da entrada do ninho (AE). Com os dados da circunferência, foi calculado o diâmetro à altura do peito (DAP), por meio da fórmula: $DAP = \frac{C}{\pi}$. Para realização das medições foi utilizada fita métrica. Além disso,

foi feito o registro da orientação da entrada do ninho em relação aos pontos cardeais, utilizando-se uma bússola.

De cada espécie vegetal que continha ninho foi realizada a coleta de material botânico, seguindo metodologia usual (Peixoto; Maia, 2013). As amostras botânicas foram identificadas pelo Prof. Dr. Fábio José Vieira e foram incorporadas ao *Herbário Graziela Barroso (TEPB) da Universidade Federal do Piauí, campus Ministro Petrônio Portela*.

2.4. Análise das propriedades físicas da madeira

Para as espécies arbóreas, foram analisadas as seguintes propriedades físicas da madeira: teor de umidade (M), densidade (S) e condutividade térmica (k). Para tanto, foram utilizados 3 indivíduos de cada espécie, selecionados aleatoriamente por meio de sorteios. Assim, de cada indivíduo foi coletado 1 galho com 30 cm de comprimento e 2 a 3 cm de diâmetro, dividido em 3 partes iguais de 10 cm, totalizando 9 amostras por espécie. Essas amostras foram colocadas em recipientes (sacos plásticos), devidamente lacrados, para não permitir a perda de umidade, e identificadas, para melhor controle durante todo o processo (Ramos *et al.*, 2008).

Para a determinação do teor de umidade de cada espécie, as amostras foram pesadas com o saco plástico, subtraindo-se o peso do saco, para obtenção do peso fresco. Logo após foram secas em estufa com temperatura de 70°C, por um período de 48 horas. Posteriormente, foram pesadas novamente até que se obtivesse valores consecutivos iguais para cada amostra. Com esses dados foi subtraído o peso seco do peso fresco, apresentando o valor em porcentagem (MacLean, 1941).

Após essa etapa, as amostras foram submetidas a imersão em água por um período de 5 dias, logo após serem retiradas foram deixadas sobre um papel toalha, por cerca de 10 minutos, para escorrer o excesso de água. Em seguida, aferiu-se o volume, submergindo-as em uma proveta contendo água, para medir o deslocamento de líquido, pela imersão da amostra (Princípio de Arquimedes), sendo aferido em cm^3 . Prosseguindo, a densidade foi calculada dividindo o peso seco pelo volume (Ramos *et al.*, 2008).

Para calcular a condutividade térmica da madeira de cada espécie vegetal foi utilizado o método de MacLean (1941), que estabelece que $k = S [1,39 + 0,028M] + 0,165$, para madeiras com teor de umidade abaixo de 40%, ou $k = S [1,39 + 0,038M] + 0,169$, para madeiras com teor de umidade igual ou superior a 40%.

2.5. Análise de dados

As análises foram conduzidas de maneira descritiva e inferencial, com o objetivo de caracterizar os padrões de nidificação das abelhas sem ferrão e avaliar os fatores associados à ocorrência dos ninhos. Foi calculado índice de diversidade de Shannon-Wiener, além de métricas faunísticas de dominância e frequência relativa (Silveira Neto *et al.*, 1976).

As análises dos padrões de nidificação foram restritas às espécies com representatividade amostral adequada, nesse sentido, apenas espécies com $n \geq 10$ foram consideradas adequadas para análise. Essa abordagem evita inferências estatisticamente frágeis associadas a baixos números de ocorrência e permite uma avaliação mais robusta e segura dos padrões e fatores associados à nidificação.

Para as variáveis quantitativas, foram obtidas medidas de tendência central e dispersão (média, mediana, intervalo interquartil, valores mínimos e máximos). Essas análises foram realizadas no *software jamovi* (versão 2.6.26), utilizando a linguagem R (versão 4.4.2). A similaridade na ocupação dos substratos de nidificação foi avaliada por meio do índice de Bray-Curtis.

Diferenças na altura das entradas dos ninhos entre as espécies foram testadas por meio do teste de Mann-Whitney, dada ausência de normalidade e homocedasticidade dos pressupostos dos dados. A orientação magnética das entradas dos ninhos foi analisada por meio de teste G de aderência, considerando uma distribuição uniforme como hipótese nula.

A influência de variáveis ambientais e estruturais sobre a ocorrência dos ninhos foi avaliada por meio de Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição Poisson, tendo como variáveis explicativas o DAP das árvores, a distância da fonte de água, a densidade da madeira, o teor de umidade e a condutividade térmica da madeira. As propriedades da madeira da espécie foram generalizadas aos espécimes que continham os ninhos.

Para reduzir a colinearidade das estimativas, em caso de variáveis altamente correlacionadas ($|r| \geq 0.80$) ou elevado Fator de Inflação da Variância ($VIF \geq 3,0$) optou-se por manter apenas uma delas. Como as variáveis S e M mostraram-se altamente correlacionadas, M foi removida do modelo. A seleção das covariáveis foi seguida por simplificação progressiva com base em razões de verossimilhança (teste de deviance), retraindo apenas variáveis com suporte estatístico significativo.

As análises inferenciais foram realizadas no *software RStudio* (versão 2026.01.0), utilizando a linguagem R (versão 4.4.2), adotando-se nível de significância de 5%. As figuras e gráficos foram elaborados utilizando *RStudio*, *jamovi* ou *Python*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição e riqueza de espécies meliponíneos

A comunidade de abelhas sem ferrão amostrada foi composta por 132 colônias, pertencentes a seis espécies. As espécies *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) e *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) foram as mais abundantes, com aproximadamente 65% (n = 86) e 25 % (n = 33) dos espécimes coletados, respectivamente. Os demais ninhos encontrados se referem às espécies *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) (n = 5), *Melipona (Melipona) asilvai* Moure, 1971 (n = 5), *Trigona recursa* Smith, 1863 (n = 2) e *Plebeia flavocincta* (Cockerell, 1912) (n = 1).

A dominância de espécies do gênero *Scaptotrigona* observada neste estudo é coerente com a ampla distribuição e diversidade desse grupo na região Neotropical (Engel *et al.*, 2023). Embora a literatura frequentemente destaque a ocorrência de *S. depilis* em outros domínios, como Mata Atlântica e Cerrado, registros indicam sua presença também em áreas de Caatinga (Martins *et al.*, 2004; Macedo *et al.*, 2020; Vale *et al.*, 2021), o que sugere certa plasticidade ecológica na ocupação de diferentes ambientes.

De forma semelhante, *S. tubiba* é tida como de ampla distribuição geográfica no Brasil, embora ainda seja relativamente pouco representada em estudos de campo (Zanella, 2000; Silva, 2014), sendo mais escassas as pesquisas sobre essa espécie. No entanto, a ocorrência de *S. tubiba* foi registrada recentemente no estudo de Bendini *et al.* (2022), a menos de 90 km da área do presente estudo, em Paulistana, Piauí, o que reforça sua presença no semiárido nordestino e contribui para o entendimento de sua distribuição regional.

Diferenças interespecíficas na arquitetura das entradas dos ninhos foram evidentes (Figura 2), mesmo entre espécies congêneras, como *S. depilis* e *S. tubiba*. Enquanto a primeira tipicamente apresenta estrutura em forma de canudo, a segunda não exibe essa característica, corroborando a ideia de que a morfologia da entrada do ninho constitui um traço particular para várias espécies (Michener, 1990; Sakagami; Inoue; Salmah, 1990).

De acordo com Engel *et al.* (2023), quase todas as espécies do gênero *Scaptotrigona* apresentam acentuado comportamento defensivo. Durante a realização da pesquisa, observou-se que ambas as espécies expressaram respostas defensivas quando ameaçadas. No entanto, *S. tubiba*

foi mais reativa em comparação a *S. depilis*. Curiosamente, a diferença de comportamento motivou localmente a designação vernácula das espécies, respectivamente, em ‘brabo’ (termo que remete à agressividade/ferocidade) e ‘manso’ (termo que remete à inofensividade/brandura). Destaca-se que esse tipo de conhecimento tradicional pode contribuir para a identificação e compreensão ecológica das espécies em contextos locais.

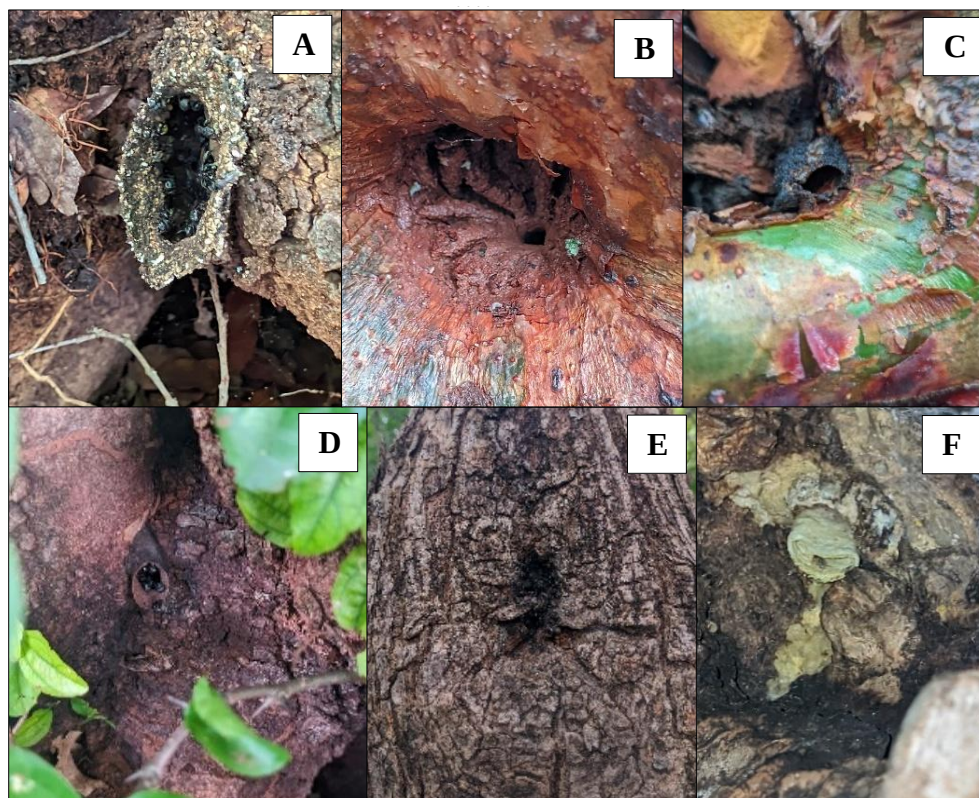
A espécie *M. asilvai* é relatada como endêmica da Caatinga (Souza; Carvalho; Alves, 2008; Souza *et al.*, 2009), distribuída por quase todo o Nordeste brasileiro e Minas Gerais (Camargo; Pedro; Melo, 2023; Oliveira *et al.*, 2026), embora em registros pontuais, em bancos de dados taxonômicos, indiquem ocorrência também em outras regiões (Oliveira *et al.*, 2026).

A espécie é popularmente conhecida como munduri e apresenta uma entrada de ninho característica (Figura 1.2B), constituída por um orifício central envolto por uma estrutura de raia concêntricas, aparentemente composta por barro e com formato semicircular (Souza; Carvalho; Alves, 2008; Souza *et al.*, 2009). Adicionalmente, observou-se o comportamento de defesa, como previamente descrito pelos autores supracitados, o qual se inicia por uma resposta de aparente timidez, na qual as abelhas se retraem para o interior do ninho e cessam suas atividades externas. Contudo, com a persistência da perturbação, ocorre uma mudança comportamental, com as abelhas passando a apresentar respostas defensivas intensas, caracterizadas por elevada agressividade.

F. doederleini que é, também, considerada como endêmica da Caatinga (Souza *et al.*, 2017; Santisteban *et al.*, 2019), embora em bancos de dados apontem para registros em outros ecossistemas brasileiros (Camargo; Pedro; Melo, 2023; Oliveira *et al.*, 2026), apresentou baixa abundância na área estudada. Essa espécie é popularmente conhecida como moça-branca ou abelha-branca e, caracteristicamente, suas colônias não apresentam comportamento defensivo expressivo. Como aspecto do gênero, não há involúcro e os potes de mel em formato cilíndrico, são arranjados na forma de cachos (Assis, 2001), podendo-se observar disposição longitudinal e esparsa, quando há espaço disponível.

Não há consenso quanto ao endemismo de *T. recursa*, sendo considerada por Oliveira *et al.* (2026) como endêmica do território brasileiro, enquanto Camargo, Pedro e Melo (2023) atribuem à espécie uma distribuição geográfica mais ampla. Localmente, é conhecida como porta-de-cisco, diferentemente da maioria dos meliponíneos, que utilizam cavidades arbóreas para nidificação, estabelece seus ninhos no subsolo, geralmente associados a raízes ou estruturas preexistentes, como cupinzeiros e tocas, atingindo profundidades de até 1,2 m (Camargo, 1968; Siqueira *et al.*, 2007).

Figura 1.3 — Imagens de entradas de nidificações de abelhas sem ferrão, registradas na área de estudo. A) Ninho de *Trigona recursa* Smith, 1863 no solo, entranhado às raízes de *Moquilea tomentosa* Benth; B) Ninho de *Melipona asilvai* Moure, 1971, com entrada raiada típica, nidificando em *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett. C) Nidificação de *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) em *C. leptophloeos*. D) *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) nidificando em *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild. E) Nidificação de *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863) em *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. F) Nidificação de *Plebeia flavocincta* (Cockerell, 1912) em *Spondias tuberosa* Arruda.



Fonte: fotografias do autor.

Já a espécie *P. flavocincta* é considerada endêmica da região Nordeste do Brasil. Sua ocorrência concentra-se predominantemente no bioma Caatinga, embora também haja registros em áreas litorâneas (Maia *et al.*, 2020; Maia *et al.*, 2022; Camargo; Pedro; Melo, 2023). Essa espécie apresenta colônias pequenas, estabelecendo ninhos em locais camuflados (Parente *et al.*, 2024), o que dificulta sua detecção em campo e pode levar à sua subamostragem.

Adicionalmente, considerando sua associação com ambientes de Caatinga e seu reduzido porte corporal (Maia *et al.*, 2020; Maia *et al.*, 2022), alterações na estrutura da vegetação e na disponibilidade de micro-habitats podem influenciar sua ocorrência local. No entanto, são necessários estudos específicos para avaliar a sensibilidade dessa espécie às mudanças ambientais.

Já a baixa ocorrência de *M. asilvai*, *F. doederleini* e *T. recursa* na área estudada pode estar associada às características comportamentais ou às condições ambientais locais, marcadas por fragmentação e sinais de degradação da vegetação. Considerando que as abelhas sem ferrão dependem diretamente de recursos florais e substratos adequados para nidificação, a redução da cobertura vegetal, especialmente de espécies arbóreas, pode limitar a disponibilidade de sítios e recursos essenciais (Roubik, 1989; Samejima *et al.*, 2004).

A densidade populacional relativa observada no presente estudo foi de 2,3 ninhos/ha. A espécie *S. depilis* foi classificada como dominante e muito abundante na comunidade, e a *S. tubiba*, que embora não dominante, foi classificada como abundante. Já as demais espécies foram classificadas como dispersas ou raras, o que sugere ocorrência irregular na área de estudo. O Índice de Shannon-Wiener ($H' = 0,97$) revelou baixa diversidade, refletindo a concentração de indivíduos em poucas espécies abundantes. A presença significativa dessas espécies de *Scaptotrigona* sugere a influência de fatores, sejam adaptativos, comportamentais, fisiológicos ou por meio da intervenção antrópica, que podem beneficiar sua ocorrência.

Além disso, cumpre sublinhar o possível papel da meliponicultura, já que nos últimos anos, tem sido observado um aumento no número de meliponicultores, estimulados a ingressarem na atividade por meio da recente constituição de uma associação de criadores de abelhas sem ferrão no município. Considerando os relatos de facilidade na captura dessas abelhas (*S. depilis* e *S. tubiba*) por meio de iscas e na divisão dessas colônias capturadas, é possível que a prática da meliponicultura esteja relacionada ao domínio dessas duas espécies na região.

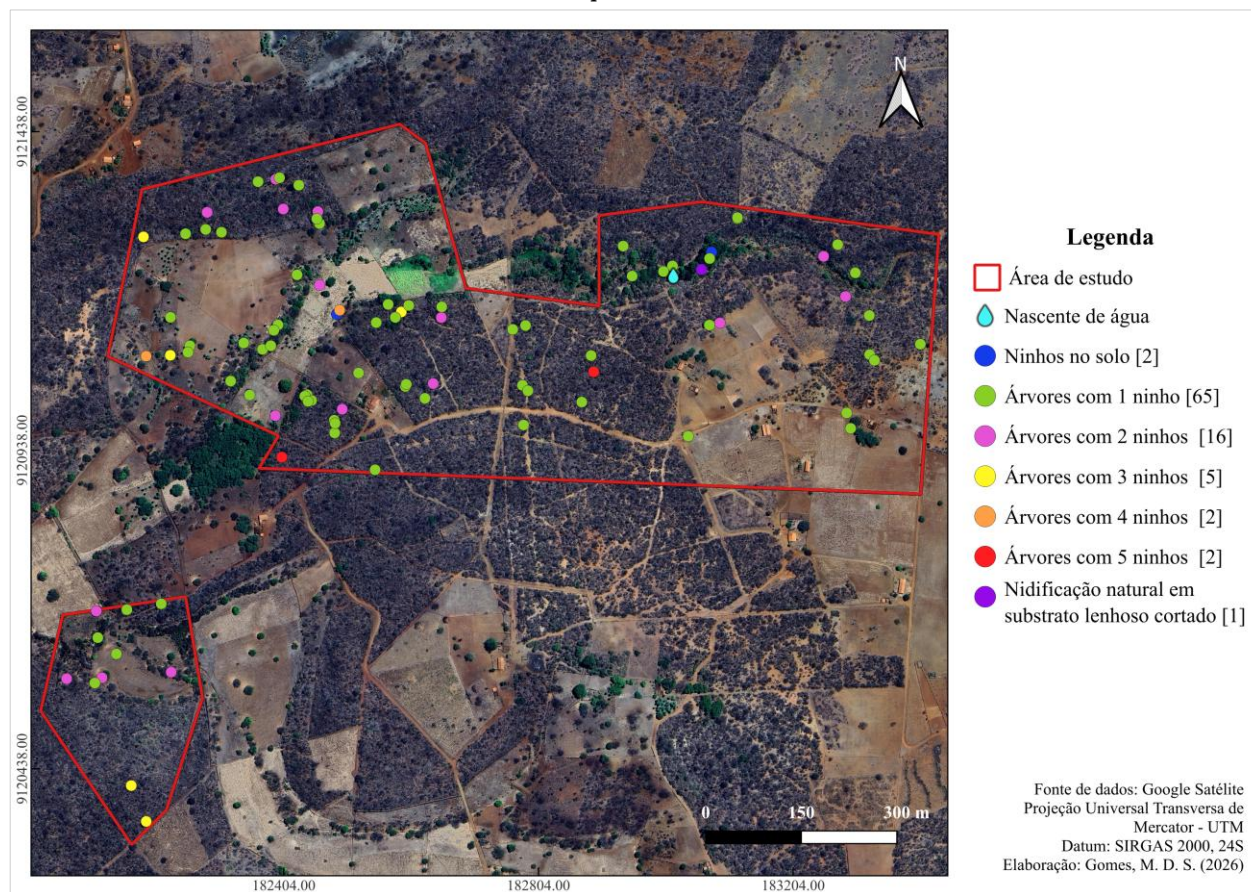
A Caatinga apresenta características particularmente próprias (Silva; Almeida; Silva, 2017; Brasil; Guimarães-Brasil, 2018), o que sujeita as espécies a serem adaptadas e/ou capazes de suportar limiares impostos por este ecossistema. Além disso, em áreas submetidas a pressão antrópica, seja por meio da mudança no uso e cobertura da terra (Samejima *et al.*, 2004; Brosi, 2009; Gomes *et al.*, 2019), ou da defaunação (Lopes; Ferreira; Santos, 2005; Rosso-Londoño; Imperatriz-Fonseca, 2017; Carvalho, 2017), as abelhas encontram condições ainda mais adversas à sua sobrevivência.

3.2. Caracterização dos substratos de nidificação na área de estudo

As colônias estavam distribuídas por todo o espaço da área estudada, e não se observou qualquer padrão de disposição espacial (Figura 1.3). A maioria estava nidificada em substratos arbóreos (n = 129). Esse quantitativo estava estabelecido em 91 espécimes arbóreos, onde algumas

árvores tinham múltiplas nidificações (2 a 5 ninhos). Como apontado por diversos autores (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino, Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009), a predominância de nidificação em cavidades arbóreas é característica da maioria das abelhas sem ferrão, e essa característica está relacionada a assegurar a longevidade das colônias (Roubik, 1989).

Figura 1.4 — Áreas de coleta, com as indicações da nascente de água e dos locais de nidificação. Valores entre colchetes referem-se à quantidade de ocorrências do evento.



Fonte dos dados cartográficos: Google Satellite (2026). Elaboração própria no QGIS 4.0.3.

Observou-se um padrão marcante de agregação na distribuição dos ninhos, uma vez que mais de 50% dos registros ($n = 66$) compartilhavam o mesmo substrato com um a quatro outros ninhos, estando concentrados em apenas 25 árvores. Esses ninhos ocorreram predominantemente em árvores de maior porte e diâmetro, atributos geralmente associados a indivíduos mais longevos. Notavelmente, tais árvores mantiveram-se preservadas mesmo em áreas sob pressão antrópica. Nesse sentido, evidencia-se a importância da conservação de árvores de grande porte como estratégia central para a manutenção da diversidade de abelhas sociais no semiárido.

De acordo com Martins *et al.* (2004) e Menino, Guedes e Souza (2023), árvores mais velhas oferecem condições mais favoráveis à nidificação, provavelmente por serem mais suscetíveis a ocorrência de ocos em suas estruturas. Além disso, essas características estruturais podem favorecer a instalação simultânea de múltiplas colônias em um mesmo indivíduo arbóreo (Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino, Alves e Imperatriz-Fonseca, 2009).

Importante destacar que a presença de ocos em árvores também favorece a nidificação de outros animais, como aves (Pereira *et al.*, 2015; Katayama *et al.*, 2017) e mamíferos (Esbérard; Costa; Luz, 2013). A formação dessas cavidades depende da senescência das árvores, além da ação de fatores bióticos, como o ataque de insetos (Exemplo: cupins e larvas de besouros), fungos e bactérias, e abióticos, como vento, raios, fogo, abertura de clareiras e poda de galhos (Cortopassi-Laurino, Alves e Imperatriz-Fonseca, 2009).

Somente as duas colônias identificadas de *T. recursa* nidificavam no solo, em cavidades no sistema radicular de árvores (como na Figura 1.2A), que como apresentado anteriormente, trata-se de um comportamento característico da espécie (Camargo, 1968). Encontrou-se também uma nidificação em um galho caído, de uma árvore morta, impossibilitando a identificação da espécie vegetal, essa colônia pertencia a espécie *F. doederleini*.

Os espécimes vegetais que abrigavam ninhos estão classificados em 21 espécies (Tabela 1.1). A principal espécie utilizada como nidificação é *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro), com 27,2% do total de ninhos, mais que o dobro que a segunda espécie. Esse resultado é relevante, uma vez que não foram encontrados registros do uso dessa espécie como substrato de nidificação na literatura científica consultada, havendo apenas menção indireta em Souza, Carvalho e Alves (2008) a um estudo acadêmico não publicado¹ conduzido na Bahia.

Apesar da elevada frequência de ninhos associados ao juazeiro, observa-se que estes pertencem exclusivamente a espécies do gênero *Scaptotrigona*. Considerando a forte dominância desse gênero na comunidade local, esse padrão pode refletir, ao menos em parte, a estrutura da assembleia de abelhas amostrada.

Por outro lado, levando-se em conta a ampla distribuição de *S. joazeiro* na região Nordeste (Lima *et al.*, 2025), o elevado número de ninhos associados a essa espécie pode refletir simplesmente sua maior disponibilidade no ambiente. Porém, não se descarta que características

¹ O trabalho mencionado corresponde a uma monografia, com autoria indicada como “Oliveira (2002)”.

estruturais locais da madeira, como maior propensão à formação de cavidades, favoreçam sua utilização como substrato de nidificação. Assim, não se pode excluir a possibilidade da existência de padrões específicos de seleção desse substrato na área de estudo e não é, portanto, possível, com os dados disponíveis, dissociar efeitos de preferência e disponibilidade do recurso.

Tabela 1.1 — Quantitativo de ninhos de abelhas sem ferrão registrados na área de estudo, distribuídos por substrato de nidificação vegetal e por espécie zoológica.

LOCAIS NIDIFICADOS	ESPÉCIES ZOOLÓGICAS						Total
	SD	ST	MA	PF	FD	TR	
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	26	10	-	-	-	-	36
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	11	5	-	-	1	-	17
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	6	6	2	-	2	-	16
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	12	1	-	1	-	-	14
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	9	-	-	-	-	-	9
<i>Lachesiodendron viridiflorum</i> (Kunth) P.G. Ribeiro, L.P. Queiroz & Luckow	5	3	-	-	-	-	8
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	6	-	-	-	-	-	6
<i>Aspidosperma</i> sp.	1	2	1	-	-	-	4
<i>Poincianella</i> sp.	2	1	-	-	-	-	3
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	2	1	-	-	-	-	3
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	-	1	2	-	-	-	3
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Ficus christianii</i> Carauta	1	-	-	-	-	-	1
<i>Inga marginata</i> Willd.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	1	-	-	-	-	-	1
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	-	1	-	-	-	-	1
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	-	1	-	-	-	-	1
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	-	-	-	-	1	-	1
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	-	1	-	-	-	-	1
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	1	-	-	-	-	-	1
Substrato lenhoso cortado	-	-	-	-	1	-	1
Solo	-	-	-	-	-	2	2
Total	86	33	5	1	5	2	132

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: As nidificações em espécies vegetais são apresentadas de acordo com a identificação botânica dos substratos utilizados. SD = *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942); ST = *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863); MA = *Melipona asilvai* Moure, 1971; PF = *Plebeia (Plebeia) flavocincta* (Cockerell, 1912); FD = *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900); TR = *Trigona recursa* Smith, 1863; '-' = Ausência de registro de nidificação para a combinação espécie zoológica × local de nidificação.

É preciso também levar-se em conta que uma possível maior abundância de *S. joazeiro* ou uma possível escassez e/ou baixa qualidade dos substratos oferecidos por espécies arbóreas alternativas na área estudada, questões que somente poderiam ser respondidas com precisão se fossem realizados inventários fitossociológicos — podem influenciar nos resultados. Logo, não se pode afirmar que existe uma relação interespecífica entre as espécies, zoológicas e botânicas, ou se existe condicionamento ambiental influenciando no comportamento.

Esse resultado ressalta a importância de *S. joazeiro* para a manutenção e conservação das abelhas na região semiárida, uma vez que essa espécie atua tanto como substrato de nidificação quanto como fonte de recursos florais. Trata-se de uma importante fornecedora de néctar e pólen (Novais; Lima; Santos, 2006; Borges; Villa; Oliveira, 2025), especialmente durante a estação seca (Sousa *et al.*, 2016; Borges; Villa; Oliveira, 2025). As abelhas sem ferrão utilizam-se dos recursos produzidos por essa planta (Marinho *et al.*, 2002), coletando principalmente o néctar (Nadia; Machado; Lopes, 2007). Ou seja, essa espécie, além de estar fornecendo abrigo, é uma importante fonte de alimento, que assegura a manutenção das colônias durante o período de estiagem.

Dentre as espécies mais frequentes, destaca-se também o *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (pau d'arco ou ipê-roxo), que figurou como o segundo substrato de nidificação mais frequente (12,8%). Essa espécie também é nidificada quase que exclusivamente pelo gênero *Scaptotrigona* e, apesar de outras espécies de ipê já terem sido observadas como locais de nidificação de abelhas nativas (Martins *et al.*, 2004; Serra *et al.*, 2009; Correia *et al.*, 2016), só foi encontrado um registro (sob o sinônimo homotípico *Tabebuia impetiginosa*) de nidificação em *H. Impetiginosus*, para o genero *Tetragona* Lepeletier & Serville, 1828 (Correia *et al.*, 2016).

Ressalta-se também *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (umburana-de-cambão), que no presente estudo abrigou 12,1% dos ninhos, e que além disso mostrou-se ser uma espécie irrestrita, sendo a única que contém ninhos de 4 espécies diferentes. A umburana-de-cambão pode ser considerada uma espécie-chave na conservação das abelhas sem ferrão da Caatinga, apresentando alta frequência de nidificação em vários estudos (Martins *et al.*, 2004; Macedo *et al.*, 2020; Vaz *et al.*, 2021; Bendini *et al.*, 2022). Também citada é *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro), contudo, a frequência de nidificação reportada nesses estudos é baixa, diferindo do observado no presente trabalho, no qual essa espécie concentra cerca de 10,6% dos ninhos.

Entre as espécies vegetais utilizadas para a nidificação, somente *Prosopis juliflora* (Sw.) DC (algaroba) não é nativa da flora local, sendo uma planta exótica invasora agressiva (Oliveira;

Queiroz, 2022) introduzida na região Nordeste na década de 1940 (Fabricante, 2013). Apesar da não caracterização fitossociológica, a abundância dessa espécie foi observada na área, contudo, apenas um ninho foi registrado nessa espécie, o que sugere um uso menos frequente em relação às espécies nativas.

Essa tendência torna-se ainda mais evidente ao se considerar ambientes urbanizados dentro do mesmo domínio fitogeográfico, onde, diante da menor disponibilidade de cavidades naturais, abelhas sem ferrão passam a utilizar *P. juliflora* como substrato de nidificação (Fernandes, Rodrigues e Ribeiro, 2009), indicando um possível uso oportunista dessa espécie em condições de limitação de recursos.

3.3. Análise dos padrões de nidificação de *S. depilis* e *S. tubiba* na área de estudo

Como pré-estabelecido no tópico referente à análise dos dados, a discussão a seguir restringe-se apenas às espécies que apresentam representatividade amostral ($n \geq 10$), ou seja, as duas espécies do gênero *Scaptotrigona*.

A ocupação dos substratos arbóreos entre as referidas espécies revelou dissimilaridade, com valor do índice de Bray-Curtis de 0,65 indicando diferenças importantes no uso dos recursos disponíveis. Embora tenha sido observado sobreposição parcial, com o compartilhamento de oito espécies arbóreas, cada espécie apresentou também um conjunto exclusivo de substratos, em que *S. depilis* utilizou exclusivamente sete espécies e *S. tubiba* quatro espécies para a nidificação.

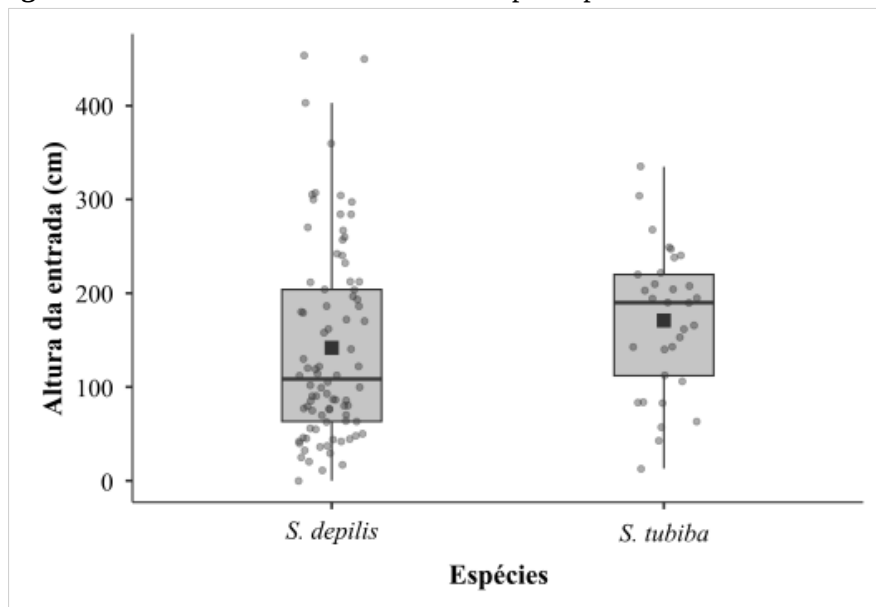
Essa assimetria indica que *S. depilis* apresenta um espectro mais amplo de utilização de substratos, enquanto *S. tubiba* parece explorar um subconjunto mais restrito das opções disponíveis, possivelmente refletindo diferenças ecológicas, comportamentais ou de exigências estruturais para a nidificação.

As diferenças entre as espécies também se refletiram na altura de instalação dos ninhos (Figura 1.4). A espécie *S. depilis* exibiu a maior heterogeneidade intraespecífica, com registros variando desde o nível do solo (0 cm) até 454 cm de altura, com mediana de 109 cm e média de 142 cm. Por outro lado, a *S. tubiba* apresentou menor amplitude de variação e maior concentração de alturas superiores, com mediana de 190 cm e média de 171 cm.

Observou-se que altura das entradas dos ninhos diferem-se estatisticamente, entre as duas espécies ($U = 1046,5$; $p = 0,033$). Esse resultado sugere que as espécies diferem quanto à posição vertical preferencial de instalação dos ninhos, o que pode refletir estratégias distintas de defesa contra predadores (Kajobe; Roubik, 2006), respostas a gradientes microclimáticos (Moritz; Crewe,

1988; Roubik, 2006; Hora; Bayeta; Negera, 2023) ou outros fatores adaptativos e/ou comportamentais.

Figura 1.5 — Altura da entrada dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão.



Nota: Os pontos indicam os valores individuais por ninho; a linha horizontal aponta a mediana; os *box plots* representam o intervalo interquartil (Q1–Q3); e o quadrado representa a média.

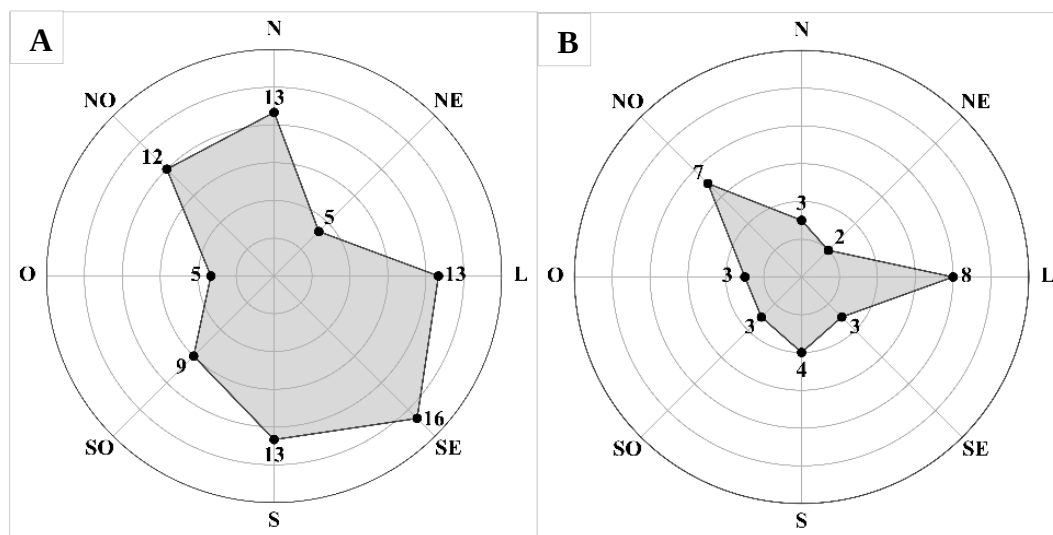
Fonte: Dados da Pesquisa.

Comparativamente, Macedo *et al.* (2020) observaram para a espécie *S. depilis*, na Caatinga paraibana, um padrão de nidificação em relação à altura da entrada com valor médio inferior (125 cm). Não se verificou na literatura, dados relacionados à altura da entrada do ninho para *S. tubiba*, mas comparações com dados da espécie congênere *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807), também em Caatinga, revelam diferenças em relação aos dados do presente estudo (Waldschmidt *et al.*, 2025). Tais diferenças podem estar relacionadas a heterogeneidade e variadas fisionomias da Caatinga, que se distinguem consideravelmente quanto a densidade e ao porte da vegetação (Silva; Cruz, 2018).

Um outro aspecto da entrada do ninho analisado foi o padrão direcional (Figura 1.5). A capacidade de percepção de campos magnéticos já foi demonstrada em abelhas, sendo associada a mecanismos de navegação (Frier *et al.*, 1996), embora pouco compreendida (Liang *et al.*, 2016). No caso das abelhas sem ferrão, alguns estudos demonstram que determinadas espécies podem apresentar preferência por direções específicas na entrada dos ninhos: *Melipona* (*Michmelia*) *scutellaris* Latreille, 1811 (Silva *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2023), *Melipona* (*Melipona*) *subnitida* Ducke, 1910, *Frieseomelitta* sp. (Vaz *et al.*, 2021) e *Partamona cupira* (Smith, 1863)

(Ferreira *et al.*, 2021). No entanto, tais padrões não são uniformes entre as espécies, e estudos com abordagens mais generalistas (Macedo *et al.*, 2020; Lacerda *et al.*, 2023) podem apresentar limitações na detecção de variações específicas. Fatores como radiação solar (Vaz *et al.*, 2021) e direção dos ventos predominantes (Silva *et al.*, 2021) têm sido sugeridos como possíveis explicações para a orientação dos ninhos.

Figura 1.6 — Diagramas de radar da orientação das entradas dos ninhos arbóreos, por espécie meliponínea. A) *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942); B) *Scaptotrigona tubiba* (Smith, 1863).



Nota: As escalas radiais diferem entre os painéis e foram definidas conforme a variação dos dados, com o objetivo de preservar a legibilidade dos padrões direcionais.

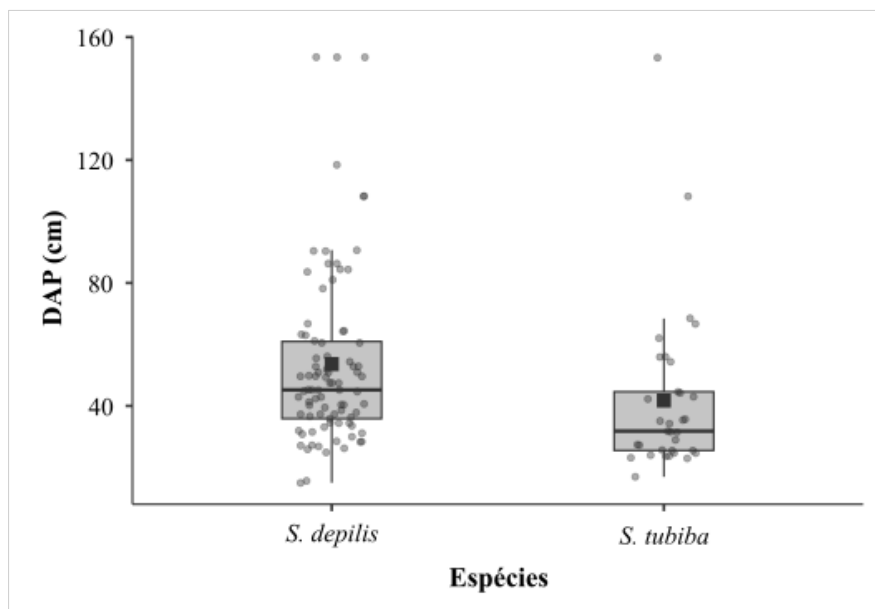
Fonte: Dados da Pesquisa.

No presente estudo, a espécie *S. depilis* apresentou maior número de ninhos orientados para sudeste (18,6%), com números próximos em leste (15,1%), sul (15,1%), norte (15,1%) e noroeste (13,9%). Já *S. tubiba* exibiu ninhos orientados predominantemente em leste (24,2%) e noroeste (21,2%). Contudo, o teste G de aderência não revelou desvios significativos em relação a uma distribuição uniforme aleatória para *S. depilis* ($G = 11,37$; $gl = 7$; $p = 0,12$) ou para *S. tubiba* ($G = 7,22$; $gl = 7$; $p = 0,41$). Logo, esses resultados sugerem que a orientação da entrada do ninho pode não constituir um fator determinante na seleção do local de nidificação para as espécies analisadas, ao menos nas condições ambientais da área de estudo.

Com relação ao diâmetro das árvores utilizadas para a nidificação dos meliponíneos na área de estudo, verificou-se que as espécies apresentaram mediana inferior a 50 cm (Figura 1.6), o que reflete predominantemente a estrutura da vegetação da Caatinga, caracterizada por indivíduos de menor porte e diâmetro reduzido quando comparada a florestas úmidas (Silva; Sampaio, 2008;

Rodal; Martins; Sampaio, 2008), indicando que esse padrão está mais associado à disponibilidade de substratos do que a uma seleção específica por parte das espécies.

Figura 1.7 — DAP das árvores suporte dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão.



Nota: Os pontos indicam os valores individuais por ninho; a linha horizontal aponta a mediana; os *box plots* representam o intervalo interquartil (Q1–Q3); e o quadrado representa a média.

Fonte: Dados da Pesquisa.

No recorte amostral, observa-se que a espécie *S. tubiba* utilizou predominantemente árvores de menor diâmetro (mediana = 31,8 cm/ média = 41,7 cm), com menor variabilidade. Já *S. depilis* apresentou associação com árvores de maior porte, evidenciada por maior valor de mediana (45,2 cm) e média (53,6 cm), além de ampla dispersão dos valores. O valor observado em *S. tubiba*, é muito próximo do observado para a espécie congênere *S. postica*, que foi de 27,3 cm em média, em uma área de Caatinga (Waldschmidt *et al.*, 2025).

O diâmetro da árvore nidificada constitui um parâmetro estrutural relevante para a compreensão do estabelecimento e desenvolvimento de colônias, uma vez que está diretamente associado ao espaço potencial disponível para nidificação (Cortopassi-Laurino, Alves e Imperatriz-Fonseca, 2009; Waldschmidt *et al.*, 2025). O volume da cavidade pode ser determinante no tamanho da população, nas dimensões das estruturas do ninho e até mesmo na postura de ovos da abelha rainha (Waldschmidt *et al.*, 2025). Nesse contexto, cabe destacar que, em estudos nos quais não há a caracterização detalhada da bionomia dos ninhos, o DAP é frequentemente utilizado como principal indicador indireto das dimensões do ninho (Macedo *et al.*, 2020).

A análise das propriedades físicas da madeira realizada evidenciou elevada variação nos valores de densidade, teor de umidade e condutividade térmica entre as espécies arbóreas amostradas. Mesmo entre as espécies arbóreas com maior número de ocorrências de nidificação para ambas as espécies de abelhas, não foi possível identificar um padrão consistente de associação entre esses parâmetros (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 — Propriedades da madeira das espécies botânicas nidificadas por abelhas sem ferrão na área de estudo.

Espécie	M (%)	S (g/cm ³)	k (W/m·K)
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	41,033	0,700	0,442
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	45,099	0,716	0,407
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	38,921	0,756	0,421
<i>Aspidosperma</i> sp.	37,419	0,884	0,406
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	34,299	0,754	0,483
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	35,517	0,779	0,311
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	37,057	0,750	0,380
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	40,725	0,710	0,394
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	42,072	0,671	0,361
<i>Ficus christianii</i> Carauta	35,425	0,774	0,507
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	34,331	0,792	0,474
<i>Inga marginata</i> Willd.	39,950	0,692	0,484
<i>Lachesiodendron viridiflorum</i> (Kunth) P.G. Ribeiro, L.P. Queiroz & Luckow	36,257	0,730	0,450
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	37,706	0,788	0,428
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	34,277	0,865	0,405
<i>Poincianella</i> sp.	35,035	0,785	0,406
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	63,215	0,369	0,396
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	35,437	0,795	0,466
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	41,788	0,720	0,508
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	40,892	0,767	0,449

Nota: M = Teor de umidade; S = Densidade da madeira; k = Condutividade térmica.

Fonte: Dados da Pesquisa.

De maneira geral, a madeira apresenta baixa condutividade térmica em comparação a outros materiais, atuando como um isolante. No entanto, aspectos como disposição das fibras, teor de umidade, densidade podem influenciar na capacidade térmica (Ross *et al.*, 2010). Em termos físicos, madeiras mais densas e úmidas possuem maior facilidade de trocar energia com o meio

externo, o que no cenário do semiárido, onde a radiação solar é intensa, essa relação, assim como a espessura da parede, ditam o tempo de resposta do interior do ninho às variações ambientais.

Considerando a Roubik, 2006; Macías-Macías *et al.*, 2011; Vollet-Neto; Menezes; Imperatriz-Fonseca, 2015; Grüter, 2020 necessidade das abelhas de manterem um microclima estável no ninho (Moritz; Crewe, 1988;; Hora; Bayeta; Negera, 2023) e que a escolha do substrato de nidificação é um mecanismo de termorregulação passiva (Grüter, 2020), a preferência dos meliponíneos por nidificar em árvores vivas (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009) pode representar não só uma busca por estabilidade e perenidade, como observado por Roubik (1989), mas também por condições microambientais mais estáveis. Assim, diferentemente da madeira morta, o tronco vivo pode oferecer certa estabilidade devido à sua espessura e ao fluxo constante de seiva, que atua como um fluido refrigerante natural via evapotranspiração (Bachofen *et al.*, 2025; Wang; Renninger, 2025).

Já a disponibilidade de água, é um outro fator muito importante para as abelhas sem ferrão, pois sabe-se que esses animais a utilizam para a diluição do mel (Roubik, 1989; 2006). Além disso, existem indícios de que as abelhas sem ferrão, assim como as abelhas do gênero *Apis*, possam fazer uso de água para o resfriamento da colônia (Macías-Macías *et al.*, 2011; Vollet-Neto; Menezes; Imperatriz-Fonseca, 2015). No entanto, tratam-se de evidências e não podem ser generalizadas para todas as espécies (Roubik, 2006; Grüter, 2020)

Vollet-Neto, Menezes e Imperatriz-Fonseca (2015) investigaram os mecanismos de termorregulação de *S. depilis* e observaram que as colônias conseguem reduzir moderadamente a temperatura da área de cria em relação ao ambiente. Esse processo está associado ao aumento da ventilação (*wing fanning*) e da coleta de água, cuja frequência se eleva com o aquecimento do ninho. Embora não tenham observado diretamente o mecanismo, os autores sugerem que a correlação positiva entre temperatura e coleta de água pode indicar a realização de resfriamento evaporativo.

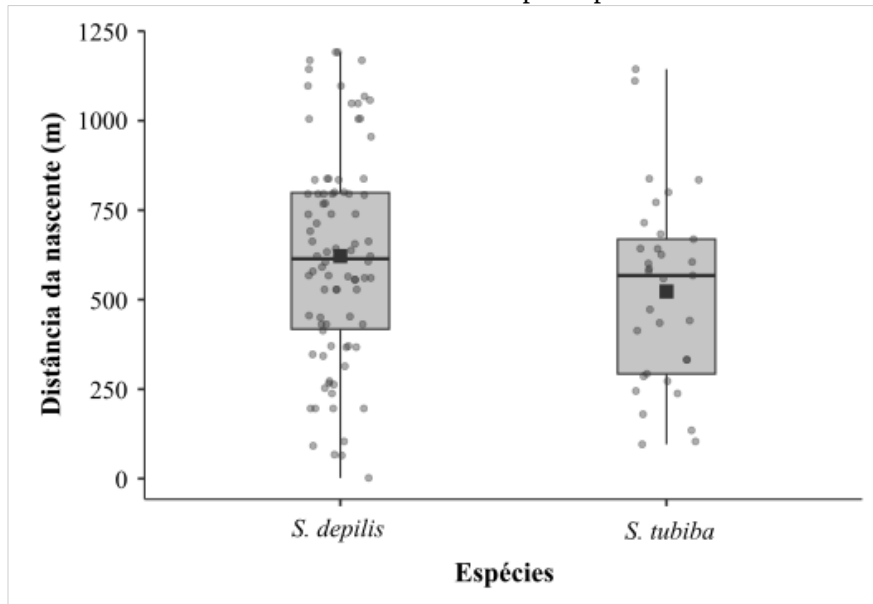
No contexto de semiárido, a proximidade de fontes de água pode ser ainda mais benéfica para os meliponídeos, pois estes podem beneficiar-se indiretamente, já que nessas áreas mais úmidas pode haver a oferta de recursos florais em períodos que o restante da mata não oferta, o que pode assegurar a manutenção da colônia em momentos críticos (Zanella; Martins, 2003). Nesse sentido, os ninhos de *S. depilis* foram encontrados desde a 2 metros até a quase 1,2 Km afastados do olho d'água (Figura 1.7), com mediana de 614 m. Já a espécie *S. tubiba* não tinha ninhos tão

próximos (mínimo de 95,9 m), mas estando a até mais de 1,1 Km da fonte de água, com mediana 567 m.

Por fim, para avaliar a influência das características do ninho que foram mensuradas (DAP, distância da nascente e propriedades físicas da madeira) sobre a nidificação das espécies, os dados foram submetidos a Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição Poisson. Para *S. depilis*, o GLM diferiu significativamente do modelo nulo ($p = 0,004$), embora a capacidade explicativa tenha sido baixa (R^2 de McFadden = 0,049), indicando que fatores não mensurados desempenham papel relevante.

No modelo final, o DAP apresentou efeito positivo significativo ($\beta = 0,0096 \pm 0,0038$; $p = 0,010$), corroborando a hipótese de que árvores de maior porte, que tendem a oferecer maior disponibilidade de cavidades e estabilidade estrutural, são selecionadas preferencialmente (Roubik, 1989; Cortopassi-Laurino, Alves e Imperatriz-Fonseca, 2009). A distância à fonte de água, mantida no modelo final, não apresentou significância estatística ($p = 0,139$), indicando que a proximidade de recursos hídricos não foi um fator limitante na escala espacial analisada.

Figura 1.8 — Distância da nascente dos ninhos por espécie de abelha sem ferrão.



Nota: Os pontos indicam os valores individuais por ninho; a linha horizontal aponta a mediana; os *box plots* representam o intervalo interquartil (Q1–Q3); e o quadrado representa a média.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para *S. tubiba*, o modelo completo não diferiu do nulo ($p = 0,311$). A ausência de relação significativa com as variáveis estruturais e ambientais testadas sugere que a seleção de locais de

nidificação por esta espécie pode ser regida por características internas das cavidades não avaliadas neste estudo, ou que a espécie apresenta maior plasticidade ecológica em relação às variáveis mensuradas.

A diferença nos padrões de nidificação observados entre as duas espécies sugere que, embora compartilhem parte dos substratos, os determinantes ecológicos de nidificação avaliados não são idênticos, exibindo um limiar biológico imposto pela espécie botânica. No entanto, destaca-se que os resultados refletem a realidade da área estudada e não necessariamente de toda a Caatinga.

4. CONCLUSÃO

O conhecimento sobre os padrões de nidificação de abelhas sem ferrão na Caatinga foi ampliado e verificou-se predominância das espécies *S. joazeiro*, *H. impetiginosus*, *C. leptophloeos* e *S. tuberosa* como substratos arbóreos utilizados pelas abelhas sem ferrão na área estudada. Reforça-se a relevância da conservação da Caatinga para a manutenção das populações de meliponíneos, uma vez que a maioria das espécies arbóreas identificadas como substratos são nativas.

Observou-se baixa diversidade e riqueza de espécies meliponíneas nidificadas na área de estudo e uma dominância de duas espécies do gênero *Scaptotrigona*, amplamente manejadas por meliponicultores locais.

As análises inferenciais revelaram que apenas *S. depilis* apresentou associação com características estruturais do substrato, indicando influência do diâmetro arbóreo na escolha de ninhos. Para *S. tubiba*, não foram detectados preditores ambientais ou estruturais que explicassem a ocorrência de ninhos, indicando maior flexibilidade ecológica ou influência de fatores distintos daqueles avaliados.

Investigações futuras com maior esforço amostral e inclusão de mais variáveis microambientais poderão elucidar potenciais efeitos de variáveis que não tenham apresentado evidência estatística ou de outras variáveis para as espécies testadas e para as demais espécies amostradas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Cândida M. L.; MARTINS, Celso F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, n. 83, p. 151-163, 1997.

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P. Métodos e técnicas para a coleta de dados pp. 37-62. In: Albuquerque, U.P.; LUCENA, R.F.P. (orgs.). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife, Editora Livro Rápido/NUPEEA, 2004.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson S. *et al.* **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Embrapa Meio-Norte. Documentos, 101, Teresina, 2004. 153 p.

ASSIS, Maria da G. P. **Criação prática e racional de abelhas sem ferrão da Amazônia**. SEBRAE/AM: INPA, 2001. 46p.

AYALA, Ricardo; GONZALEZ, Victor H.; ENGEL, Michael S. Mexican stingless bees (Hymenoptera: Apidae): diversity, distribution, and indigenous knowledge. In: **Pot-honey: a legacy of stingless bees**. New York: Springer, 2012. p. 135-152. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7_9. Acesso em: 13 mai. 2024.

BACHOFEN, Christoph *et al.* High transpirational cooling by urban trees despite extreme summer heatwaves. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 107, p. 128819, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7_9. Acesso em: 13 abr. 2026.

BENDINI, Juliana do N. *et al.* Potencial de Espécies Arbóreas para a Nidificação de Abelhas Nativas no Bioma Caatinga. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i2.1786>. Acesso em: 7 abr. 2024.

BENDINI, Juliana *et al.* Meliponário didático: a extensão universitária como uma estratégia para a conservação das abelhas sem ferrão no semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2358-0399.2020v11i3.11554>. Acesso em: 19 abr. 2026.

BORGES, Kairo M. L.; VILLA, Pedro M.; OLIVEIRA, Paulino P. Palynological diagnosis of honey and propolis (*Apis mellifera*) during dry periods in a Caatinga vegetation, Brazil. **Palynology**, n. just-accepted, p. 2482252, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01916122.2025.2482252>. Acesso em: 28 abr. 2025.

BRASIL, D. de F.; GUIMARÃES-BRASIL, M. de O. Principais recursos florais para as abelhas da caatinga. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 149, 2018. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/15712>. Acesso em: 6 fev. 2026.

BROSI, Berry J. The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. **Forest ecology and management**, v. 258, n. 9, p. 1830-1837, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.025>. Acesso: 10 mai. 2024.

BROWN, J. Christopher; OLIVEIRA, Marcio L. The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil. **Apidologie**, v. 45, p. 172-188, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-013-0236-3>. Acesso: 12 mai. 2024.

CAMARGO, João M. F. Ninhos e biología de algumas espécies de Meliponideos (Hymenoptera: Apidae) da região de Pôrto Velho, Território de Rondônia, Brasil. **Revista de Biología Tropical**, v. 16, n. 2, p. 4, 1968.

CAMARGO, João. M. F.; PEDRO, Silvia R. M.; MELO, Gabriel A. R. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, Jesus S.; URBAN, Danúncia; MELO, Gabriel A. R. (org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**: online version. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 11 abr. 2026.

CARVALHO, Francisco C. De meleiro a meliponicultor. In: Imperatiz-Fonseca, Vera L.; Koedam, Dirk; Hrncir, Michael. **A abelha Jandaíra**: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA, p. 101-107, Mossoró, 2017.

CORREIA, Francisco C. S. *et al.* Abundância, Distribuição Espacial de Ninhos de Abelhas Sem Ferrão (Apidae: Meliponini) e Espécies Vegetais Utilizadas para Nidificação em um Fragmento de Floresta Secundária em Rio Branco, Acre. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 3, p. 163–168, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v9i3.613>. Acesso: 12 mai. 2024.

CORTOPASSI-LAURINO, Marilda; ALVES, D. A. E.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). **Mensagem doce**, v. 100, p. 21-28, 2009.

ESBÉRARD, Carlos E. L.; COSTA, L. de M.; LUZ, Júlia. Morcegos de Morro de São João, estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 449-457, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14534>. Acesso em: 17 abr. 2025.

ENGEL, Michael S. *et al.* Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. **ZooKeys**, v. 1172, p. 239, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>. Acesso em: 13 mai. 2024.

FABRICANTE, J. R. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga**. Bookess, Florianópolis (SC). v.1, 1ed. 51p., 2013.

FERNANDES, N. S.; RODRIGUES, F.; RIBEIRO, M.F. Relação entre a presença de ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) e o diâmetro da árvore utilizada como substrato. In: Jornada Científica, 2009, Petrolina. **Anais da IV Jornada Científica**, p. 29-34, 2009.

FERNANDES, Teotônio L. S. *et al.* Preferência de nidificação primária, secundária e terciária da abelha uruçú (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) em colmeias octogonais. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 6, n. 13, p. 2211-2225, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55892/jrg.v6i13.814>. Acesso em: 16 abr. 2026.

FERREIRA, Roberto C. C. *et al.* Observações preliminares sobre a nidificação da abelha cupira (*Partamona cupira* Smith) no bioma Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7,

p. e58610716956-e58610716956, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16956>. Acesso em: 16 abr. 2026.

FERREIRA, Marcos G.; MANENTE-BALESTIERI, Fátima C. D.; BALESTIERI, José B. P. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure)(Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 2, p. 258-262, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000200008>. Acesso em: 11 abr. 2026.

FRIER, Helen J. *et al.* Magnetic compass cues and visual pattern learning in honeybees. **Journal of experimental biology**, v. 199, n. 6, p. 1353-1361, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1242/jeb.199.6.1353>. Acesso em: 16 abr. 2026.

GIANNINI, T. C. *et al.* Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, p. 209-223, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GOMES, Vitor H. F. *et al.* Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. **Nature Climate Change**, v. 9, n. 7, p. 547-553, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GRÜTER Christoph. **Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution**. Springer Nature, 2020. 385p.

HORA, Zewdu A.; BAYETA, Alemayehu G.; NEGERA, Taye. Nesting ecology and nest characteristics of stingless bees (Apidae: Meliponini) in Oromia Regional State, Ethiopia. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 43, n. 2, p. 409-417, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42690-023-00946-3>. Acesso em: 20 jan. 2026.

KAJOBE, Robert; ROUBIK, David W. Honey - making bee colony abundance and predation by apes and humans in a Uganda forest reserve 1. **Biotropica: The Journal of Biology and Conservation**, v. 38, n. 2, p. 210-218, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00126.x>. Acesso em: 20 jan. 2026.

KATAYAMA, Michele V. *et al.* Efeito do estágio sucessional na disponibilidade de cavidades para aves que nidificam em ocos de árvores em um parque da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 17, p. e20170391, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0391>. Acesso em: 17 abr. 2025.

KLEIN, Bert C. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. **Ecology**, v. 70, n. 6, pp. 1715-1725, 1989. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1938106>. Acesso em: 4 abr. 2024.

LACERDA, Dayane C. O. *et al.* Preferência de nidificação de abelhas indígenas na zona da mata do estado de Pernambuco, Brasil. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 6, n. 13, p. 1957-1975, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55892/jrg.v6i13.782>. Acesso em: 9 abr. 2026.

LIMA, R.B. (*in memoriam*); BARBOSA, M.R.V.; GIULIETTI, A.M.; FIGUEIRA, M. *Rhamnaceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB622196>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LIANG, Chao-Hung *et al.* Magnetic sensing through the abdomen of the honey bee. **Scientific reports**, v. 6, n. 1, p. 23657, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep23657>. Acesso em: 16 abr. 2026.

LOPES, Marcio; FERREIRA, João B.; SANTOS, Gilberto . Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, p. 1-3, 2005. Disponível em: <https://aspta.org.br/files/2019/11/artigo1v2n4.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MACEDO, Carlos R. C. *et al.* Comportamento da nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 21, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/58736>. Acesso em: 14 abr. 2024.

MACÍAS-MACÍAS, José O. *et al.* Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of Mexico and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apidologie**, v. 42, n. 6, p. 679-689, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0074-0>. Acesso em: 14 abr. 2026.

MACLEAN, J. D. Thermal conductivity of wood. **Heating, Piping and Air Conditioning**, v. 3, n. 6, p. 380-391, jun. 1941.

MAIA, Ulysses M. *et al.* Climate - induced distribution dynamics of *Plebeia flavocincta*, a stingless bee from Brazilian tropical dry forests. **Ecology and Evolution**, v. 10, n. 18, p. 10130-10138, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.6674>. Acesso em: 4 fev. 2026.

MAIA, Ulysses M. *et al.* Evidence for morphological and genetic structuring of *Plebeia flavocincta* (Apidae: Meliponini) populations in Northeast Brazil. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 1057624, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.1057624>. Acesso em: 11 abr. 2026.

MAPBIOMAS. **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Terra do Brasil**. São Paulo: MapBiomass, 2025. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 9 abr. 2026.

MARINHO, I.V. *et al.* Espécies vegetais da caatinga utilizadas pelas abelhas indígenas sem ferrão como fonte de recursos e local de nidificação. In: **Anais I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, João Pessoa. 2002.

MARTINS, Celso F. *et al.* Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1-8, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000200003>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de Köppen para o estado do Piauí–Brasil. **Revista Equador**, Teresina, v. 9, n. 3, p. 82-99, 2020.

MENINO, Cibelle C. S.; GUEDES, Gabriel T.; SOUZA, Marcos M. Nidificação de abelhas nativas sem ferrão (Apidae, Meliponini) em substratos arbóreos em áreas antropizadas no município de Inconfidentes, Brasil. **Entomology Beginners**, v. 4, p. e054-e054, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12741/2675-9276.v4.e054>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MICHENER, Charles D. Classification of the Apidae (hymenoptera). **The University of Kansas science bulletin**, v. 54, n. 4, p. 75, 1990.

MICHENER, Charles D. **The Bees of the World**. The Johns Hopkins University Press, 2ed., 2007.

MORITZ, R. F. A.; CREWE, R. M. Air ventilation in nests of two African stingless bees *Trigona danoi* and *Trigona gribodoi*. **Experientia**, v. 44, n. 11, p. 1024-1027, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01939912>. Acesso em: 20 jan. 2026.

MOURA, Mario R. *et al.* Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, v. 111, n. 8, p. 1762-1776, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14139>. Acesso em: 19 abr. 2026.

NADIA, Tarcila L.; MACHADO, Isabel C.; LOPES, Ariadna V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 835-845, 2007.

NOVAIS, J. S.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Espectro polínico de méis de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 coletados na caatinga de Canudos, Bahia, Brasil. **Magistra**, v. 18, n. 4, p. 257-264, 2006.

Oliveira M. L. *et al.* **Meliponini in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/38878>. Acesso em: 10 jan. 2026.

OLIVEIRA, F.G.; QUEIROZ, L.P. **Prosopis in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB18991>. Acesso em: 16 mai. 2024.

PARENTE, Maria C. *et al.* Criação racional e manejo de colônias da abelha jati (*Plebeia flavocincta*) e seu uso potencial para polinização de cultivos agrícolas. In: FREITAS, Breno M.; BEZERRA, Antônio, D. M. **Criação, multiplicação e manejo de abelhas nativas para a polinização agrícola no Brasil**. Fortaleza, CE, 2024. 280p.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. (org.) **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora universitária UFPE, 2013.

PEREIRA, Hugo S. *et al.* Riqueza e densidade de aves que nidificam em cavidades em plantações abandonadas de eucalipto. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 55, n. 5, p. 81-90, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0031-1049.2015.55.05>. Acesso em: 17 abr. 2025.

RAMOS, Marcelo A. *et al.* Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation?. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 6, p. 503-509, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.11.010>. Acesso em: 9 jun. 2024.

RODAL, Maria J. N.; MARTINS, Fernando R.; SAMPAIO, Everardo V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/366/372>. Acesso em: 22 abr. 2025.

ROSSO-LONDOÑO, Juan M.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. “Abelha não serve só pra botar mel, não!”: meleiros e conflito socioambiental na Caatinga potiguar. In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L.; KOEDAM, Dirk; HRNCIR, Michael. **A abelha Jandaíra**: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA, p. 93-100, Mossoró, 2017.

ROSS, Robert J. (Org.). **Wood handbook**: wood as an engineering material. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-190: Madison, WI: U.S., 2010. 508p.

ROUBIK, David W. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 327-355, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25084419>. Acesso em: 23 apr. 2025

ROUBIK, David W. **Ecology and Natural History of tropical bees**. Cambridge University Press, v. 40, n. 3, p. 195, 1989. 514 p.

ROUBIK, David W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>. Acesso em: 6 abr. 2024.

SAKAGAMI, S F; INOUE, T; SALMAH, S (1990) Stingless bees of central Sumatra. In: SAKAGAMI, S F; OHGUSHI, R; ROUBIK D W (ed) **Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra**. Hokkaido University Press, Sapporo: pp. 125–137.

SAMEJIMA, Hiromitsu *et al.* The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v. 120, n. 4, p. 577-587, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.030>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SANTISTEBAN, Rogelio M. *et al.* Análises melissopalinológicas, físico-químicas, atividade antirradicalar e perfil químico por UPLC-DAD-QTOF-MS/MS dos méis de *Frieseomelitta doederleini* (abelha branca): comparação com os fenólicos presentes nas flores de Mimosa tenuiflora (jurema preta). **Química Nova**, v. 42, n. 8, p. 874-884, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170407>. Acesso em: 11 abr. 2026.

SERRA, Bruna D.V. *et al.* Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de cerrado do Maranhão. Iheringia. **Série Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 12-17, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000100002>. Acesso em: 4 abr. 2024.

SILVA, Diego V. S.; CRUZ, Carla B. M. Tipologias de Caatinga: uma revisão em apoio a mapeamentos através de sensoriamento remoto orbital e GEOBIA. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 113-120, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/rdg.v35i0.142710> Acesso em: 29 de jun. 2026.

SILVA, Emerson. M. Lista de espécies de Apidae (Hymenoptera) do semiárido com base na literatura especializada. In: BRAVO, Freddy; CALOR, Adolfo (Orgs). **Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e Conservação**, Feira de Santana – BA: Printmídia, 2014. 298p.

SILVA, Flávia J. A. *et al.* Comportamento de nidificação de *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e7310716350-e7310716350, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16350>. Acesso em: 16 abr. 2026.

SILVA, Kionara S. T.; ALMEIDA, Adriana M.; SILVA, Thiago S. F. Influência de Determinantes Ambientais na Vegetação da Caatinga. **Sociedade e Território**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 183–198, 2017.

SILVA, Grécia C.; SAMPAIO, Everardo V. S. B.. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, v. 32, p. 567-575, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000300017>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SILVEIRA NETO, Sinval *et al.* **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SIQUEIRA, Estefane L.; MARTINES, Roderic B.; NOQUEIRA-FERREIRA, Fernanda H. Ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em uma região do rio Araguari, Araguari-MG. **Bioscience Journal**, v. 23, 2007.

SOUSA, Janaína M. B. *et al.* Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **Lwt**, v. 65, p. 645-651, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SOUZA, Bruno A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. de O. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini) como subsídio à sua criação racional. **Archivos de zootecnia**, v. 57, n. 217, p. 53-62, 2008.

SOUZA, Bruno A. *et al.* **Munduri (*Melipona asilvai*): a abelha sestrosa**. Série Meliponicultura, n. 7, Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. 46p.

SOUZA, José V. N. *et al.* Atividade de voo da abelha sem ferrão *Frieseomelitta Doederleini* (Apidae, Meliponini) em uma área de domínio da caatinga. **Educação ambiental: biomas, paisagens e o saber ambiental**, p. 24-36, 2017.

TOLEDO-HERNÁNDEZ, Erubiel *et al.* The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. **Apidologie**, v. 53, n. 1, p. 8, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00913-w>. Acesso em: 21 jan. 2024.

VALE, Kaline A. G. *et al.* Evidences of high genetic differentiation among populations of the stingless bee *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) in Piauí, Brazil. **Bee World**, v. 98, n. 3, p. 83-88, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2020.1854998>. Acesso em: 11 abr. 2026.

VAZ, Milena A. *et al.* Comportamento de nidificação de *Melipona subnitida* (Ducke, 1910) e *Frieseomelitta* sp. no Seridó oriental do Rio Grande do Norte, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e55610817725-e55610817725, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17725>. Acesso em: 11 mai. 2024.

VOLLET-NETO, Ayrton; MENEZES, Cristiano; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Behavioural and developmental responses of a stingless bee (*Scaptotrigona depilis*) to nest overheating. **Apidologie**, v. 46, n. 4, p. 455-464, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0338-6>. Acesso em: 10 abr. 2026.

WALDSCHMIDT, Ana M. *et al.* Nidification and nest architecture of the stingless bee *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) in Caatinga, Bahia, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, v. 65, n. 1, p. 25-32, 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17725>. Acesso em: 10 dez. 2025.

WANG, Jiaxin; RENNINGER, Heidi J. Using leaf and stomatal traits to predict biomass production and water use efficiency in *Populus*. **The Plant Journal**, v. 124, n. 3, p. e70553, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tpj.70553>. Acesso em: 13 abr. 2026.

ZANELLA, Fernando C. V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, v. 31, n. 5, p. 579-592, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2000148>. Acesso em: 20 jan. 2026.

ZANELLA, Fernando C. V.; MARTINS, Celso F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I.R.; TABARELL, M.; SILVA, J.M.C. (Org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, UFPE, 2003. p. 75-134.

ARTIGO 2: PERCEPÇÕES SOCIOECOLÓGICAS DE MELIPONICULTORES SOBRE A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Marcos Daniel de Sousa Gomes^{1,2}, Maria Mayara Vieira², Mirele Lima da Costa², Maria Rayllany de Moura^{2,3}, Juliana do Nascimento Bendini^{1,2,3}

¹Universidade Federal do Piauí, Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente, *Campus* Ministro Petrônio Portella, Teresina, PI, Brasil.

²Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense, Picos, PI, Brasil.

³ Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros, Picos, PI, Brasil.

RESUMO: A relação entre sociedade e meio ambiente tem sido historicamente marcada por modelos de exploração orientados ao crescimento econômico, resultando em degradação ecológica. As abelhas, especialmente as sem ferrão, desempenham papel fundamental na polinização, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a produção de alimentos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as percepções de meliponicultores do semiárido piauiense acerca da conservação dos substratos de nidificação e das abelhas sem ferrão, visando subsidiar práticas sustentáveis e a conservação da biodiversidade regional. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa realizada com 39 meliponicultores de uma associação local, cujos dados foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas e analisados via análise de conteúdo categorial. A pesquisa seguiu princípios éticos, com anonimização dos participantes e uso de protocolo estruturado de análise de conteúdo. Os resultados indicam que a meliponicultura transcende a dimensão produtiva, configurando-se como expressão cultural regional. Os meliponicultores demonstraram conhecimento ecológico, reconhecendo a dependência das abelhas em relação à flora arbórea e os impactos de ameaças ambientais. Contudo, apesar da percepção conservacionista, as ações identificadas são predominantemente individuais e pouco sistematizadas. Conclui-se que a meliponicultura local constitui prática estratégica para a conservação da Caatinga, embora ainda demande o fortalecimento de ações coletivas, políticas públicas e iniciativas de educação ambiental que integrem o conhecimento local a estratégias efetivas de conservação.

Palavras-chave: conhecimento tradicional; serviços ecossistêmicos; interação humano-natureza; sustentabilidade rural; percepção ambiental.

ABSTRACT: The relationship between society and the environment has historically been shaped by exploitation models driven by economic growth, resulting in ecological degradation. Bees, especially stingless bees, play a fundamental role in pollination, contributing to biodiversity maintenance and food production. In this context, the present study aimed to analyze the perceptions of stingless beekeepers (meliponiculture practitioners) from the semi-arid region of Piauí regarding the conservation of nesting substrates and stingless bees, in order to support sustainable practices and the conservation of regional biodiversity. This is a qualitative-quantitative study conducted with 39 stingless beekeepers from a local association, whose data were obtained through semi-structured interviews and analyzed using categorical content analysis. The research followed ethical principles, with participant anonymization and the use of a structured content

analysis protocol. The results indicate that meliponiculture goes beyond the productive dimension, constituting a form of regional cultural expression. The stingless beekeepers demonstrated ecological knowledge, recognizing the dependence of bees on arboreal flora and the impacts of environmental threats. However, despite a conservation-oriented perception, the identified actions are predominantly individual and poorly systematized. It is concluded that local meliponiculture represents a strategic practice for the conservation of the Caatinga, although it still requires the strengthening of collective actions, public policies, and environmental education initiatives that integrate local knowledge into effective conservation strategies.

Keywords: traditional knowledge; ecosystem services; human-nature interaction; rural sustainability; environmental perception.

1. INTRODUÇÃO

A relação entre o ser humano e o meio ambiente tem sido historicamente marcada por processos de apropriação e transformação da natureza, orientados por modelos de desenvolvimento que priorizam o crescimento econômico em detrimento dos limites ecológicos e das dimensões sociais. Esse padrão de interação resultou em profundas alterações nos ecossistemas, comprometendo sua capacidade de manutenção e regeneração (Sachs, 2002; Diegues, 2008).

Diante desse cenário, nas últimas décadas, o agravamento das crises ambientais tem impulsionado reflexões críticas acerca dessa relação, destacando a necessidade de reconhecer a interdependência entre sociedade e natureza. De acordo com Constanza *et al.* (2017), os serviços ecossistêmicos constituem o principal elo entre os sistemas naturais e o bem-estar humano, tornando evidente a dependência das sociedades em relação às funções ecológicas.

Nesse contexto, as abelhas destacam-se por sua elevada importância ecológica e socioeconômica. Esses insetos desempenham papel fundamental na polinização, processo essencial para a reprodução de inúmeras espécies vegetais, manutenção da biodiversidade e produção de alimentos (Klein *et al.*, 2007; Ollerton; Winfree; Tarrant, 2011). No Brasil, as abelhas sem ferrão (tribo Meliponini) apresentam expressiva diversidade (Engel *et al.*, 2023), sendo especialmente relevantes nos ecossistemas tropicais e semiáridos, onde contribuem para a dinâmica e resiliência da vegetação nativa.

Apesar de sua relevância, as abelhas têm sido submetidas a ameaças que vêm provocando declínios populacionais em diferentes escalas. A perda e fragmentação de habitats, o uso intensivo de agrotóxicos e as mudanças climáticas figuram entre os principais fatores responsáveis por esse cenário (Toledo-Hernández *et al.*, 2022).

No caso das abelhas sem ferrão, a supressão de árvores compromete diretamente a manutenção de suas colônias, já que esse é o tipo de substrato de nidificação preferencial para a maioria das espécies (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009). Logo, a conservação desses elementos estruturais torna-se um aspecto central para sua sobrevivência.

Entretanto, a efetividade das ações de conservação não depende apenas de aspectos técnicos ou normativos, mas também das percepções que as pessoas constroem sobre o meio ambiente e os organismos que o integram. A noção de percepção, fundamentada na tradição empirista, compreende que o conhecimento humano é derivado da experiência sensorial. Para Locke (1999), a mente humana é moldada pelas experiências vivenciadas, enquanto Hume (2003) enfatiza que as percepções constituem a base das ideias e orientam os julgamentos e as ações humanas. Assim, as formas como os indivíduos percebem as abelhas e os substratos de nidificação devem influenciar diretamente suas atitudes frente à conservação.

Dessa forma, compreender as percepções de grupos diretamente envolvidos com o manejo das abelhas, como os meliponicultores, torna-se fundamental para subsidiar estratégias de conservação mais eficazes e contextualizadas. Assim, o presente estudo tem como objetivo conhecer as percepções de meliponicultores do semiárido piauiense em relação à conservação dos substratos de nidificação e das abelhas sem ferrão, contribuindo para o fortalecimento de práticas sustentáveis e para a conservação da biodiversidade regional.

2. METODOLOGIA

2.1. Delineamento de estudo e aspectos éticos

A pesquisa de natureza quali-quantitativa foi desenvolvida em uma região inserida no semiárido e de domínio fitogeográfico de Caatinga, no estado do Piauí. A coleta de dados se deu por meio de entrevistas semiestruturadas com meliponicultores membros de uma associação local. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 83957324.9.0000.8057) da Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros.

Para a realização das entrevistas, os meliponicultores foram esclarecidos sobre o objetivo da pesquisa e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), atendendo aos preceitos éticos de pesquisa. Para assegurar a anonimização total dos participantes, informações que pudessem levar a identificação foram preservadas em sigilo.

Para a identificação dos meliponicultores, dados institucionais foram levantados. O universo amostral do estudo é composto por 42 meliponicultores que atendiam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos: (i) ser membro de uma associação de meliponicultura e (ii) atuar na criação de abelhas sem ferrão há pelo menos um ano.

2.2. Coleta de dados

As entrevistas foram marcadas individualmente com cada meliponicultor, de acordo com sua disponibilidade. Entrou-se em contato, por meio de *WhatsApp*, com todos os meliponicultores integrantes do universo amostral, sendo feitas até 3 tentativas em momentos distintos, não havendo retorno ou aceitação de participação em alguns casos. Dos 42 meliponicultores aptos pelos critérios de inclusão, 39 aceitaram e se prontificaram a participar da pesquisa, resultando em uma taxa de participação de 92,9%, o que confere ao estudo um caráter quase censitário.

A entrevista teve como intuito entender as percepções e possíveis estratégias utilizadas pelos meliponicultores em relação à conservação das abelhas sem ferrão e de seus substratos de nidificação arbóreo. Na entrevista semiestruturada, foram abordados os seguintes temas:

1. História e experiência com as abelhas sem ferrão.
2. Importância da conservação das abelhas sem ferrão.
3. Conhecimento local dos substratos de nidificação.
4. Ações da comunidade para proteger as abelhas sem ferrão.
5. Comentários adicionais e temáticas emergentes.

As entrevistas foram gravadas, tendo sido realizadas entre julho e setembro de 2025, sendo posteriormente transcritas para análise. Para preservar o anonimato dos entrevistados, eles serão identificados anonimamente (“MELI 1”, “MELI 2”, “MELI 3”...).

2.3. Análise de dados

2.3.1. Abordagem Metodológica

O método de análise aplicado está fundamentado na análise de conteúdo categorial, a partir da articulação dos referenciais metodológicos propostos por Sampaio e Lycarião (2021) e por Mayring (2014). O manual de análise de conteúdo de Sampaio e Lycarião (2021) propõe um método de análise sistemático e quantitativo, ao tempo em que Mayring (2014) apresenta variados métodos, dentre eles o modelo de categorização dedutiva, que se utilizou para permitir a

incorporação de uma visão qualitativa de formulação de categorias associadas a interpretação contextualizada do conteúdo das falas.

A combinação desses referenciais contribuiu para a estruturação de um procedimento analítico orientando a organização do corpus, a definição das unidades de análise e a formulação prévia das categorias analíticas com base no referencial teórico e no conhecimento empírico, bem como a explicitação das regras de codificação e a interpretação do conteúdo. Além disso, esse procedimento configurou-se em um método analítico sistemático replicável e orientado, adequado à investigação das percepções socioecológicas no contexto específico.

2.3.2. Construção dos Instrumentos de Análise

O *corpus* empírico de análise foi constituído pelas transcrições das entrevistas, sendo cada uma definida como uma unidade de análise (UA). A unidade de codificação (UC) correspondeu a segmentos textuais semanticamente completos, enquanto a unidade de contexto (UCo) compreendeu a trechos anteriores ou posteriores e/ou perguntas do entrevistador, necessários à correta interpretação do enunciado da UC. Destaca-se que análise foi realizada sobre o conjunto das falas e não individualmente por entrevista.

A formulação das categorias analíticas seguiu o procedimento dedutivo, conforme Mayring (2014). As categorias foram elaboradas buscando-se abranger todas as possibilidades de falas, considerando-se os objetivos do estudo, as temáticas abordadas nas entrevistas, o referencial teórico e o conhecimento empírico dos pesquisadores.

A operacionalização do método de análise de conteúdo exige a transposição rigorosa de conceitos teóricos abstratos para indicadores empíricos observáveis (Sampaio; Lycarião, 2021). Para assegurar que a leitura do *corpus* não fosse conduzida por impressões subjetivas ou assistemáticas, mas sim por critérios padronizados e replicáveis, foi desenvolvido um protocolo de codificação estruturado. Seguindo as diretrizes de Sampaio e Lycarião (2021) para a garantia da qualidade dos dados, construiu-se o sistema de análise fundamentado na articulação de três instrumentos interdependentes (disponíveis em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19684488>), descritos a seguir:

a) **Livro de Códigos (LdC):** Elaborou-se um manual de referência contendo as definições operacionais precisas para cada categoria. As categorias foram estruturadas em duas tipologias para capturar a complexidade do discurso:

- Categorias Exclusivas (Mutuamente Excludentes): Utilizadas para variáveis onde apenas uma classificação é logicamente possível.
- Categorias Múltiplas (Binárias): Utilizadas para temas complexos que podem coocorrer. Para fins de processamento estatístico, cada código foi tratado como uma variável independente binária (*0 = Ausente; 1 = Presente*), permitindo mensurar a ocorrência simultânea de fenômenos, sem ferir a regra de exclusividade, estabelecida Sampaio e Lycarião (2021).

b) **Protocolo de Instruções:** Estabeleceu-se, em protocolo escrito, todas as definições, procedimentos, regras e códigos universais a serem adotados no processo de codificação.

c) **Formulário de Codificação (FdC):** O FdC foi construído em uma planilha eletrônica onde os códigos foram registrados. O processo de codificação foi executado a partir do preenchimento desse formulário com os códigos pertinentes a cada UC (linha da planilha) em cada categoria (coluna da planilha). Buscou-se assegurar a construção de forma a reduzir a carga cognitiva dos analistas e mitigar o erro humano, incorporando estratégias de ergonomia cognitiva (segmentação das categorias por cores, uso de listas de seleção (*drop-down lists*) e congelamento de painéis).

2.3.3. Codificação e Teste de Confiabilidade

A codificação do material foi executada por uma equipe de cinco codificadores. Antes da codificação completa do material os codificadores foram previamente treinados com base no livro de códigos e em codificações piloto, operando em sistema “duplo-cego” (sem comunicação entre si durante a classificação). As discordâncias identificadas nesta fase foram discutidas e resultaram no refinamento das definições das categorias, conforme recomendado por Sampaio e Lycarião (2021).

Para avaliação final da confiabilidade intercodificadores, uma amostra do *corpus* foi codificada de forma independente por todos os codificadores. Utilizou-se a ferramenta online ReCal3 (*Reliability Calculator for 3+ coders*) para obter o coeficiente Alpha de Krippendorff, que é indicado pela literatura especializada como o mais robusto para análises envolvendo mais de dois avaliadores (Sampaio; Lycarião, 2021). Para o processamento no ReCal3, os dados brutos foram extraídos e organizados em arquivos formato .csv segregados por categoria, conforme exigência algorítmica.

Adotou-se como critério de corte um Alpha de Krippendorff > 0.667 para aceitação mínima, conforme descrito por Sampaio e Lycarião (2021). As categorias que, apresentaram índices abaixo de 0,667 passaram por um processo de revisão: discussão sobre as definições e regras no Livro de Códigos, focado nas divergências. Somente após a validação da confiabilidade do sistema categorial (Tabela 2.1), o *corpus* foi repartido igualmente entre os codificadores e procedeu-se à codificação definitiva.

Tabela 2.1 — Resultado do Teste de Confiabilidade intercodificadores em cada categoria e subcategoria.

Categoria	Coefficiente Alpha de Krippendorff	Percentual Médio de Concordância	Categoria	Coefficiente Alpha de Krippendorff	Percentual Médio de Concordância
C1	0,745	98,4%	C6S11	1	100%
C2	0,692	97,6%	C6S12	N/A*	100%
C3S1	N/A*	100%	C6S13	1	100%
C3S2	1	100%	C6S14	0,748	99,6%
C3S3	1	100%	C6S15	0,783	99,4%
C3S4	N/A*	100%	C6S16	N/A*	100%
C3S5	N/A*	100%	C6S17	N/A*	100%
C3S6	N/A*	100%	C6S18	0,774	98,6%
C3S7	N/A*	100%	C6S19	0,748	99,6%
C3S8	0,746	99,2%	C6S20	1	100%
C4S1	0,707	98,4%	C6S21	0,748	99,6%
C4S2	0,748	99,6%	C6S22	0,711	99,2%
C4S3	N/A*	100%	C7S1	N/A*	100%
C4S4	0,81	99,4%	C7S2	0,832	99,6%
C4S5	N/A*	100%	C7S3	0,748	99,6%
C5	0,714	96,6%	C7S4	0,807	98,8%
C6S1	0,783	99,4%	C7S5	N/A*	100%
C6S2	0,75	97,8%	C7S6	N/A*	100%
C6S3	0,724	98,6%	C7S7	N/A*	100%
C6S4	N/A*	100%	C8	0,81	99,4%
C6S5	1	100%	C9S1	0,748	99,6%
C6S6	N/A*	100%	C9S2	0,887	99,6%

C6S7	N/A*	100%	C9S3	N/A*	100%
C6S8	0,882	99,4%	C9S4	0,748	99,6%
C6S9	0,81	99,4%	C9S5	N/A*	100%
C6S10	0,832	99,6%			

Nota: N/A* = Coeficiente Alpha de Krippendorff matematicamente indefinido.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Durante o teste de confiabilidade, observou-se que, em determinadas categorias com múltiplas subcategorias (códigos), algumas não foram identificadas em nenhuma das UCs da amostra aleatória, resultando em uma concordância absoluta de 100% entre os codificadores quanto à ausência do fenômeno. Em amostras aleatórias e exploratórias, onde um tema é raro, a métrica estatística tende a penalizar a confiabilidade, mesmo quando a concordância bruta é alta.

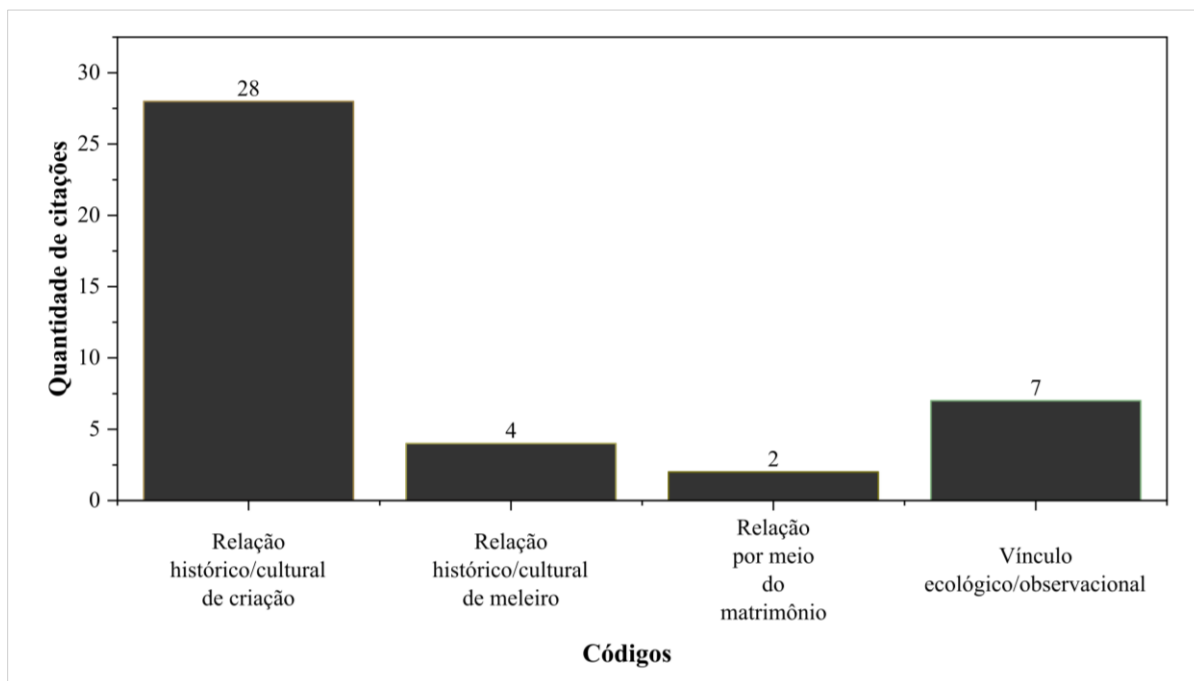
Nesse sentido, o cálculo da variância torna-se nulo, pois para que a fórmula opere é imprescindível haver variação nos dados, o que nesse caso resulta em um índice matematicamente indefinido, o que não reflete a realidade do consenso obtido pela equipe. Por isso, optou-se por reportar o percentual médio de concordância como complemento ao coeficiente Alpha de Krippendorff. Dessa forma, para as categorias onde houve consenso de ausência, considera-se a concordância percentual de 100% como indicador suficiente de que a equipe compreende que o fenômeno não estava presente na amostra analisada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil dos meliponicultores entrevistados revelou uma maior participação de indivíduos do sexo masculino na atividade (82,1%), possivelmente associada a padrões socioculturais de gênero ainda presentes em contextos rurais brasileiros (IBGE, 2019). Os participantes apresentaram idades entre 18 e 69 anos (média de 37 anos) e relataram ter entre 2 e 8 anos (em média, 3,5 anos) de experiência com a criação de abelhas sem ferrão.

A análise de conteúdo do discurso desses indivíduos apontou uma forte predominância (68,3% de 42 falas passíveis de categorização) de uma relação com os meliponíneos, construída a partir de um contexto histórico/cultural de criação (Figura 2.1). O caráter tradicional da atividade é reforçado por frases, como: “*Os mais velhos criavam, né? Porque no tempo do meu avô {...}, pai do meu pai, criava ali. Um bocado de gente criava, assim junto, né? De baixo de um pé de juazeiro*” (MELI13).

Figura 2.1 — Menções dos entrevistados referentes a natureza do início de suas relações com as abelhas sem ferrão.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esse resultado evidencia uma relação antiga dessa comunidade com as abelhas sem ferrão, na qual práticas de manejo foram historicamente desenvolvidas e transmitidas ao longo das gerações, incluindo a criação em troncos de árvores, conhecidos como cortiços. Tais práticas estão associadas a sistemas de conhecimento tradicionais, com fortes influências dos saberes indígenas sobre a criação de meliponíneos, desenvolvidos muito antes da colonização europeia e da introdução de *Apis mellifera* L. (Camargo; Posey, 1990; Oliveira, 2002; Villas-Bôas, 2012; Araújo; Andrade; Nogueira, 2023).

Esse conjunto de dados sugere a existência de processos de transmissão de conhecimentos e práticas ao longo das gerações, caracterizando uma dinâmica intergeracional nesta atividade, marcada por fatores culturais e sentimentais. A exemplo disso, MELI4, ao falar sobre o manejo, refere-se a seu avô que era criador, afirmando que “*sempre volta a memória novamente daquela época...*”. Nesse contexto, a ressignificação dos saberes e das práticas na criação das abelhas sem ferrão é pautada na dinamicidade da tradição, em que as concepções dos mais jovens são incorporadas às práticas de manejo (Carvalho; Martins, 2014).

Verificou-se, ainda, que 9,8% das falas apontam para relação iniciada por meio da prática extrativista como meleiros, e 17,1% pela observação das espécies na natureza. Os meleiros extraem

o mel de colônias silvestres, causando quase sempre sua destruição. A meliponicultura se apresenta como uma alternativa para essa atividade ilegal, sendo a sensibilização dos envolvidos um elemento fundamental nesse processo (Rosso-Londoño; Imperatriz-Fonseca, 2017; Carvalho, 2017). Ademais, também se registrou, no discurso que 4,8% das falas associam o início da relação com a meliponicultura ao matrimônio com meliponicultores (Quadro 2.1).

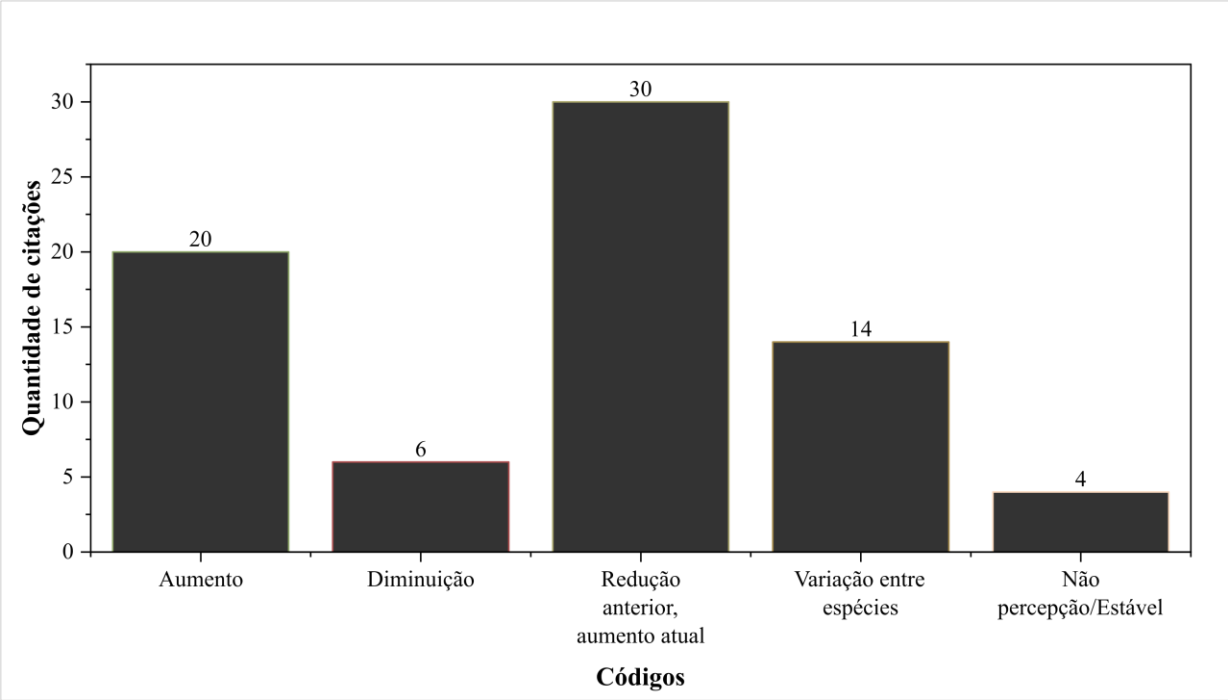
Quadro 2.1 — Trechos de falas dos meliponicultores, categorizadas na categoria *Natureza da relação com as abelhas sem ferrão*.

TRECHO DA FALA	ENTREVISTADO	CÓDIGO ATRIBUÍDO
<i>“Desde criança, eu via meu pai tirar assim nas árvores.”</i>	MELI16	C1:2 – Relação histórica/cultural como meleiro
<i>“Ah, eu comecei a criar no tempo [...] que casei com {meu esposo}. Agora que eu não sabia nem se existia essas abelhas.”</i>	MELI19	C1:3 – Relação por meio do matrimônio
<i>“É de toda vida, que elas são nativas daqui. Aí, via elas direto aí nas árvores, mas nunca tinha extraído, porque tinha pessoas que tiravam e colocavam nos cortiços, mas aqui ninguém nunca criou em cortiço, não.”</i>	MELI35	C1:4 – Vínculo ecológico/observacional

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao buscar compreender a percepção de mudanças na quantidade de abelhas ao passar do tempo (Figura 2.2), observou-se uma forte prevalência de discursos apontando que, em determinados períodos houve redução no número de colônias, mas que no presente, percebe-se um aumento na ocorrência de colônias na natureza (42,9% de 67 falas). A maior parte desses discursos associa essas variações a anos caracterizados por déficits pluviométricos severos, popularmente referidos como ‘anos de seca’, nos quais foram observadas reduções notáveis da apifauna nativa (Quadro 2.2). Esses eventos afetam as abelhas de diferentes maneiras, mas principalmente por meio da diminuição dos recursos florais, já que a fenologia das plantas é afetada (Piao *et al.*, 2019).

Figura 2.2 — Posicionamentos emergentes do *corpus* de análise, em relação a percepção de mudanças na quantidade de abelhas nativas na natureza com o passar do tempo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os trechos citados referem-se, principalmente, a seca ocorrida na região entre os anos entre os anos de 2012 e 2017, um dos períodos mais críticos do semiárido brasileiro das últimas décadas (Marengo; Cunha; Alves, 2016; Santana; Santos, 2020). Em observância ao avanço das mudanças do clima global (Arias *et al.*, 2023), esses eventos tendem a se tornar ainda mais recorrentes, podendo configurar-se como uma das principais ameaças a esses animais neste ecossistema.

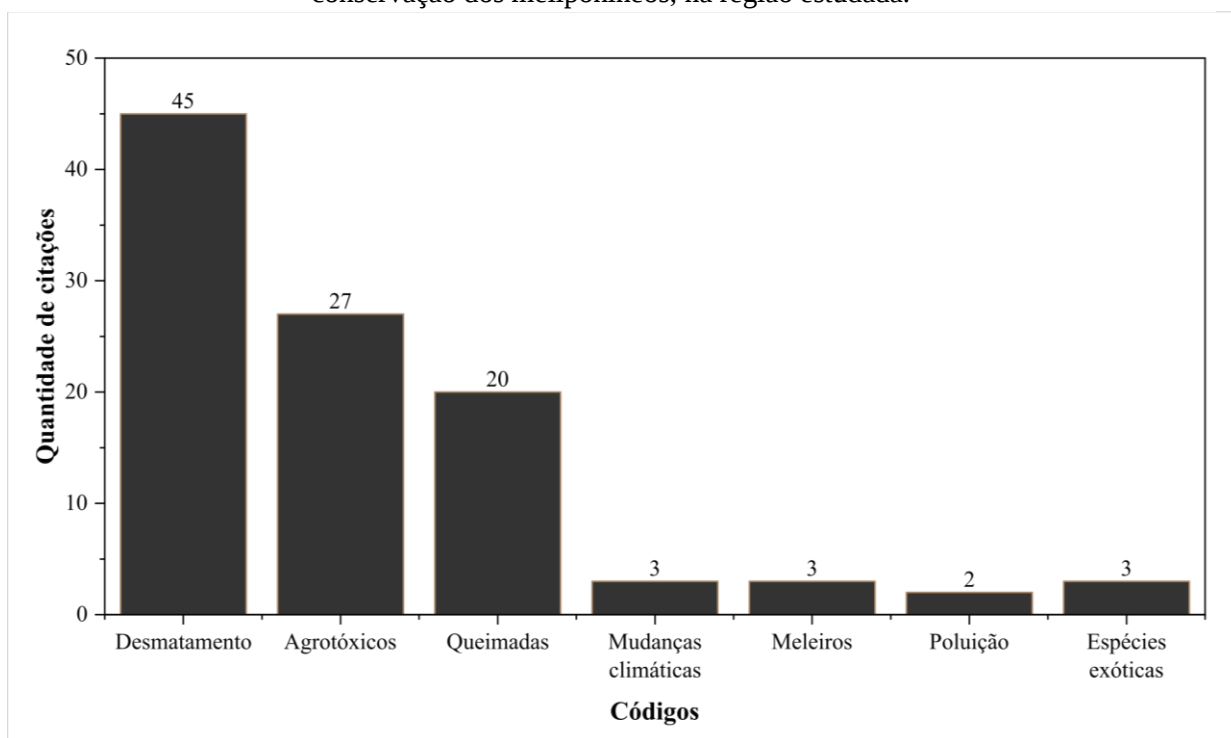
Quadro 2.2 — Discursos dos meliponicultores categorizados na categoria *Percepção de mudanças na quantidade de abelhas na natureza*.

TRECHO DA FALA	ENTREVISTADO	CÓDIGO ATRIBUÍDO
“Rapaz, eu digo que elas estão aumentando. Estão diminuindo não. Com nada aqui.”	MELI31	C2:1 – Aumento
“[...] com aquelas secas de 2012, 2013... pode-se dizer que acabou mesmo. Aí, veio começar de novo, 2016 a 2017 que veio aparecer.”	MELI14	C2:3 – Diminuição em certo período, mas aumento atual
“Até que abelha branca tem aumentado um pouco, que eu já vi bastante por aqui, em pé de árvore. Agora o munduri e o jati é bem pouco, está ficando quase extinto.”	MELI17	C2:4 – Algumas espécies aumentaram, outras diminuiram

Fonte: Dados da pesquisa.

Destacam-se também os percentuais relativos às falas que apontam o aumento (28,6%) e às falas que indicam a estabilidade (14,3%) da comunidade de abelhas com o passar do tempo. Essas duas visões transmitem a ideia de que as abelhas não estejam sendo afetadas por quaisquer ameaças. O que não dialoga com o reconhecimento e indicação das ameaças codificadas na categoria que comporta tal tópico (Figura 2.3).

Figura 2.3 — Fatores apontados, pelos meliponicultores entrevistados, como causas de ameaça à conservação dos meliponíneos, na região estudada.



Fonte: Dados da pesquisa

Dentre os fatores de ameaça apontadas no *corpus* (98 menções), verificou-se uma predominância de citações referentes ao desmatamento (43,7%). Essa ameaça pode destruir, diretamente, as colônias existentes no espaço, afetar a oferta de recursos florais, que acaba gerando déficits nutricionais, (Marco Jr.; Coelho, 2004) ou ainda modificar a diversidade e/ou isolar comunidades de abelhas (Brosi; Diário; Ehrlich, 2007; Brosi, 2008; Brown; Oliveira, 2014).

No entanto, provavelmente, o relato está principalmente relacionado à dependência da maioria das abelhas sem ferrão de substratos arbóreos para a nidificação (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009), sugerindo que os meliponicultores observam o comportamento desses insetos e percebem os impactos sofridos por esses insetos em decorrência desse fator de risco.

Complementarmente, destacam-se também o fator queimadas, mencionado em 19,4% das falas. Os incêndios, naturais ou provocados pelo ser humano, podem causar diretamente a morte das colônias, por incineração, ou ainda promover a destruição das árvores, que assim como o desmatamento afeta o processo de nidificação dos meliponíneos (Prendergast; Campbell; Bateman, 2025).

Ademais, ressalta-se alocações sobre o uso de agrotóxicos (26,2%). Ao longo do tempo, o Brasil tem flexibilizado expressivamente a utilização dessas substâncias e se tornado um dos maiores consumidores desses produtos (Valadares; Alves; Galiza, 2020; Ribeiro *et al.*, 2022). Por mais que o maior volume desses insumos sejam utilizados por grandes empreendimentos do agronegócio, a utilização por agricultores familiares também tem aumentado (Valadares; Alves; Galiza, 2020). Esse uso é marcado pelo uso indiscriminado e baixa percepção de risco, o que acaba gerando vários problemas, como danos à saúde e ameaças a biodiversidade local (Gregolis; Pinto, 2012; Petarli *et al.*, 2019; Ribeiro *et al.*, 2022).

Nas abelhas, podem levar a morte ou ainda causar efeitos subletais, que se manifestam-se por meio de alterações morfofisiológicas, com alterações celulares e nutricionais, e comprometimentos neuromotores e cognitivos, que prejudicam a coordenação e memória (Carvalho *et al.*, 2009; Shi *et al.*, 2018; Tavares *et al.*, 2019; Morfin *et al.*, 2019). Esse resultado demonstra o papel dos meliponicultores como observadores locais e conhecedores da dinâmica das ameaças, cujo conhecimento empírico alinha-se ao amplo e crescente debate internacional sobre ecotoxicidade e conservação dos polinizadores (DiBartolomeis *et al.*, 2019; Bogo *et al.*, 2025; Ige *et al.*, 2025; Weyermüller; Dewes, 2025).

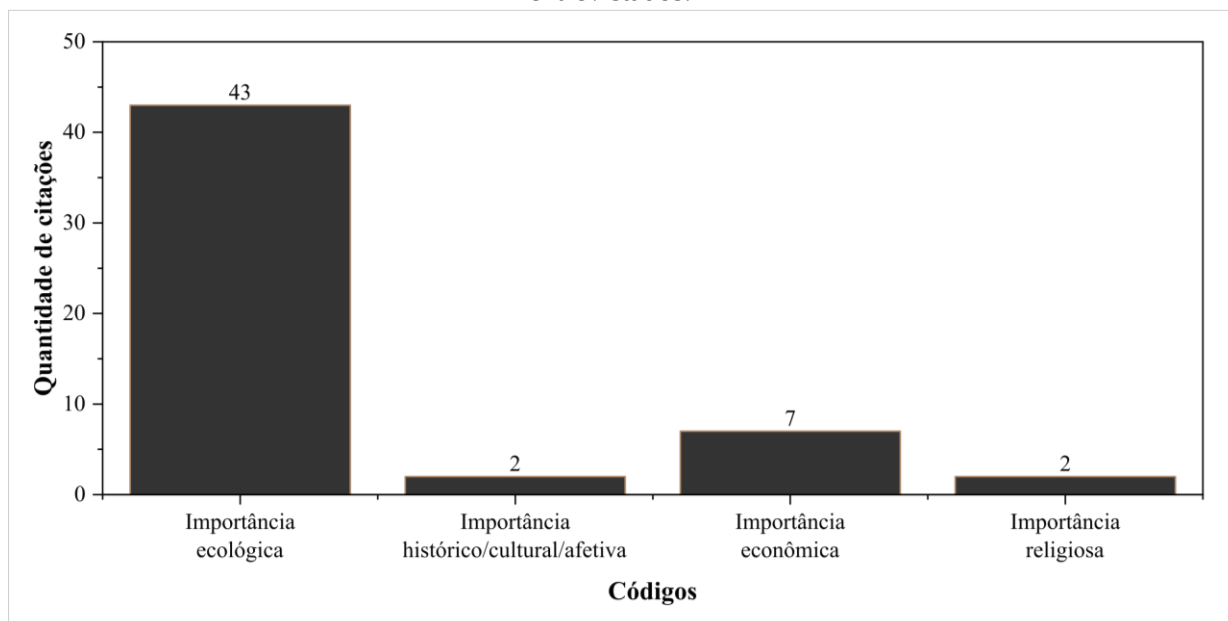
A categoria *fatores de ameaça à conservação das abelhas* é de natureza múltipla, ou seja, permite a classificação em mais de uma subcategoria, contemplando diferentes ameaças detectadas nas falas. Dessa forma, em trechos como o de MELI9 (*“Fogo, desmatamento. O que acaba muito nessa região é o veneno, que o povo é teimoso demais”*) codificou-se, simultaneamente, as três mais recorrentes dessa categoria.

A identificação das ameaças e de seus impactos são consequências do reconhecimento da importância das abelhas sem ferrão (Lourenço; Cabral, 2016; Araújo; Guimarães, 2024). De acordo com Clayton (2012), a percepção ambiental é aspecto central na conservação da biodiversidade, sendo reflexo de fatores culturais, sociais e cognitivos. Nesse contexto, a criação de abelhas, pode

ser um fator determinante na mudança de postura sobre a conservação, aspecto que é resultado da busca por conhecimento sobre os animais manejados (Murta; Pereira; Rech, 2024).

O reconhecimento da importância das abelhas foi observado em 56 citações no *corpus*, das quais quase 80% referiam-se a importância ecológica dos serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas (Figura 2.4). Ou seja, no discurso do grupo de meliponicultores entrevistados existe uma visão predominante de que as abelhas são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e conservação dos ecossistemas. Essa visão é evidenciada em trechos como: “*Que a abelha meio que faz parte da nossa sobrevivência. Uma questão de manter a fauna e a flora*” (MELI14).

Figura 2.4 — Aspectos de importância das abelhas sem ferrão reconhecidos pelos meliponicultores entrevistados.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ademais, destaca-se que 13% das falas relatam uma aferição de importância econômica, onde a fala “*Se não tiver abelha, nós não temos produção*” (MELI24), é um exemplo claro dessa perspectiva. A meliponicultura é uma atividade produtiva do setor primário legalmente reconhecida (BRASIL, 2020; 2023), que sob a ótica do desenvolvimento sustentável, quando conduzida de forma ecologicamente responsável, atende integralmente aos seus pilares fundamentais (conservação ambiental, equidade social, eficiência econômica e valorização cultural) (Barbiéri; Franco, 2020).

Nesse sentido, destaca-se que a valoração econômica de recursos biológicos, por meio de atividades produtivas rentáveis, pode constituir um importante instrumento de incentivo à sua

conservação (Guimarães; Vaz; Silva, 2021). No caso das abelhas, a meliponicultura insere-se nessa lógica ao gerar retorno econômico, estimulando produtores a manter e proteger essas espécies em suas propriedades.

Todavia, a abordagem de mercado exige cautela, pois a busca pelo lucro pode acarretar a priorização de espécies com maior valor de mercado e na homogeneização genética. O interesse econômico pode influenciar na seleção de características tidas como mais vantajosas, o que com o tempo resulta em um alto índice de consanguinidade e na redução da diversidade genética da população, o que consequentemente pode afetar a saúde e a resistência desses insetos (Quezada-Euán *et al.*, 2012; Vollet-Neto *et al.*, 2018; Lin *et al.*, 2025).

No contexto estudado, duas espécies do gênero *Scaptotrigona* são majoritariamente manejadas, sendo elas: a espécie conhecida como *manso*, presente nos meliponários de todos os criadores, com um total de 1352 colmeias e média de cerca de 35 colônias (mínimo de 3 e máximo de 168 colmeias) por meliponicultor; e a espécie chamada de *brabo*, que é criada por quase todos (87%), com 157 colmeias ao todo e média de cerca 5 colônias (mínimo de 1 e máximo de 15) por meliponicultor que a cria.

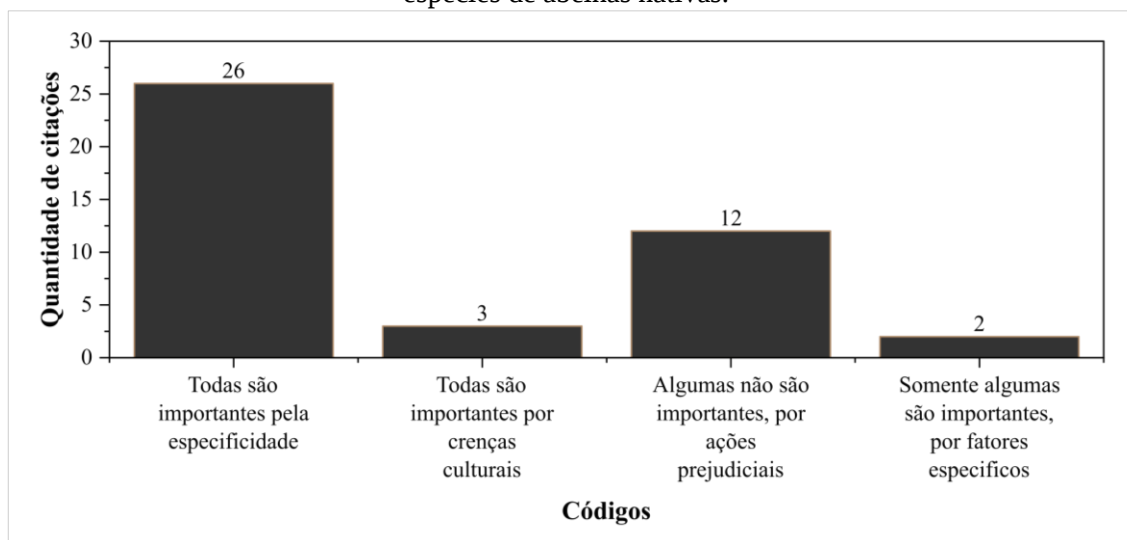
Tal cenário é preocupante dado os apontamentos anteriormente citados e os riscos da imposição de um efeito de gargalo genético ao gerar o enfraquecimento da capacidade adaptativa (Quezada-Euán *et al.*, 2012; Lin *et al.*, 2025) ou ainda afetar o processo reprodutivo de abelhas (Cook; Crozier 1995; Van Wilgenburg; Driessen; Beukeboom, 2006; Heimpel; Boer, 2008). Além disso, a prática de adensamento de colônias, apesar de facilitar o manejo e aumentar a produtividade, eleva o risco da disseminação de patógenos e parasitas (Seeley; Smith, 2015), e pode aumentar a competitividade por recursos florais com colônias selvagens, da mesma e de outras espécies (Crane, 1990).

Ademais, outras 6 espécies (munduri: 25 colmeias ao todo; jatí: 7; abelha-branca: 5; jandaíra: 3; cupira: 1; mandaçaia: 1) são mantidas por poucos meliponicultores e com baixo número de colônias.

Além de verificar se os meliponicultores reconhecem, de forma geral, a importância das abelhas, torna-se fundamental compreender se essa percepção é diferenciada entre as distintas espécies. Nesse sentido, por meio da análise da categoria *percepção do papel da diversidade das espécies* buscou-se compilar as falas relacionadas a esse aspecto (Figura 2.5). Observou-se que, embora haja uma preponderância (60,5%) de discursos que reconhecem a especificidade de

determinadas espécies em relação aos seus nichos tróficos, ainda persiste uma concepção de que algumas das espécies não tenham importância muito significativa (27,9%), especialmente aquelas popularmente denominadas arapuá e sanharó, pois ocasionam prejuízos a culturas agrícolas.

Figura 2.5 — Maneiras que os meliponicultores entrevistados percebem o papel da diversidade das espécies de abelhas nativas.



Fonte: Dados da pesquisa.

A dualidade da relação e percepção de comunidades rurais acerca da espécie arapuá é um fenômeno já documentado e que gera bastante preocupação com a conservação dessa espécie (Oda; Oda, 2007; Drumond *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2023), vista principalmente como uma praga devido ao seu comportamento pilhador (Oda; Oda, 2007). Esse comportamento provoca injúrias em caules, flores, folhas, frutos e/ou brotos de plantas, o que reduz a quantidade e o valor comercial dos frutos produzidos (Gallo *et al.*, 2002; Drumond *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2023).

Nesse sentido, os nossos resultados mostram que, mesmo se tratando de meliponicultores, essa concepção persiste, pois muitos são também agricultores (74%) e, por isso, enfrentam problemas com essas abelhas que realizam pilhagem em suas plantações (Quadro 2.3). Muitas vezes, os produtores afetados recorrem ao extermínio das colônias como forma de controle, prática que pode contribuir para a redução local dessas populações (Drumond *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2023).

Entretanto, cumpre salientar que, de acordo com Drumond *et al.* (2019), algumas estratégias de manejo, como a conservação dos habitats naturais, o plantio de plantas atrativas ou disponibilização de atrativos artificiais para a espécie, a realocação das colônias e/ou a proteção física dos frutos, são alternativas para evitar ou diminuir o impacto da pilhagem das abelhas arapuás

nos cultivos. Logo, é necessário a implementação de ações educativas, que busquem sensibilizar e apresentar tais alternativas aos produtores.

Quadro 2.3 — Falas de entrevistados compiladas na categoria *Percepção do papel da diversidade das espécies*.

TRECHO DA FALA	ENTREVISTADO	CÓDIGO ATRIBUÍDO
<i>“Tem arvores que são polinizadas por um tipo de abelha e outros por outras.”</i>	MELI10	C5:1 – Todas são importantes, pela especificidade
<i>“[...] Para cultivo elas dão muito prejuízo. [...] Quando os cajuzinhos são pequenos, você vê tudo ruído. Pode olhar que as abelhas arapua e sanharó que estão ruendo”</i>	MELI8	C5:2 – Algumas não são importantes, devido a ações prejudiciais

Fonte: Dados da pesquisa.

Os entrevistados foram também indagados sobre seus conhecimentos e percepções a respeito dos locais de nidificação. Nesse sentido, a categoria *locais de nidificação* analisou todos os trechos que identificavam substratos utilizados pelas abelhas, de onde emergiram 29 possíveis locais, naturais ou artificiais, conhecidos por esses meliponicultores (Figura 2.6). Aproximadamente 90% dos trechos passíveis de categorização referem-se a substratos arbóreos, pertencentes a 24 espécies vegetais. Tal sobressalência é esperada, devido ao comportamento de nidificação da maioria dos meliponíneos estar associado a esse tipo de local (Roubik, 1983; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009).

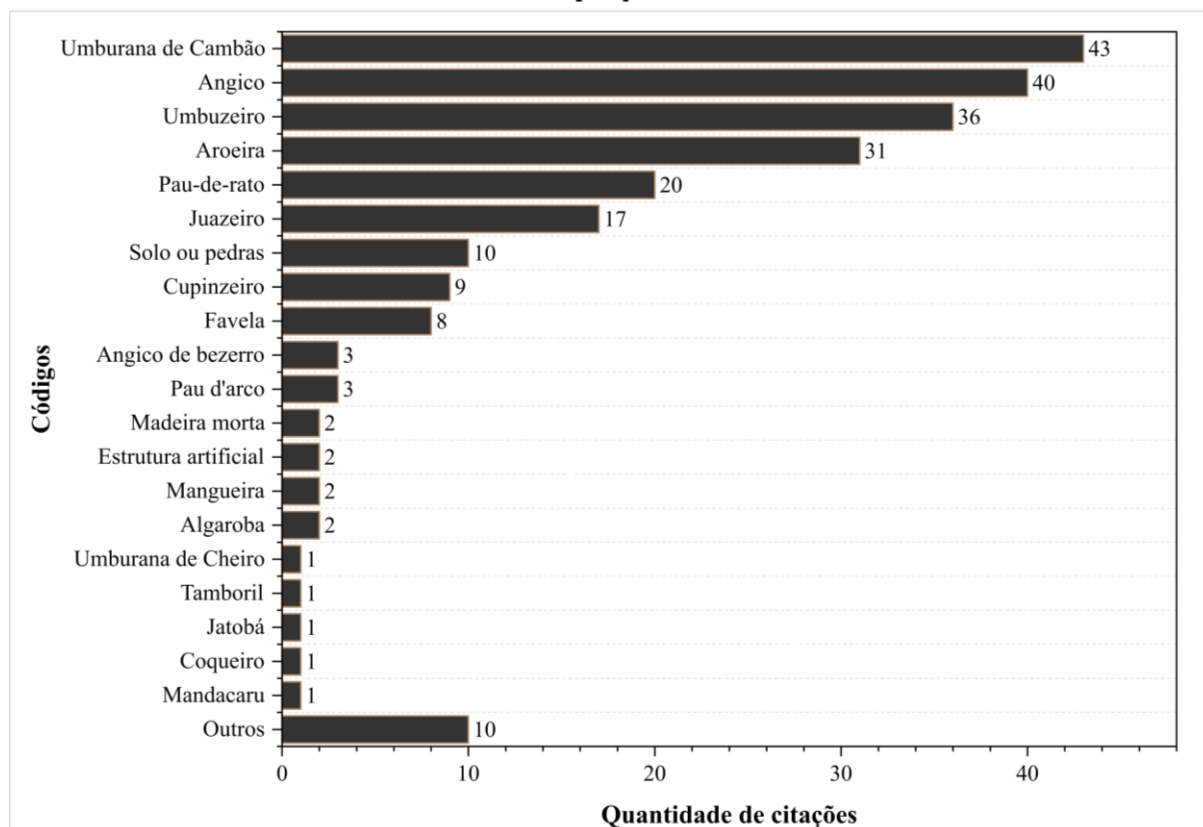
Considerando que a identificação botânica formal não foi realizada, as correspondências entre nomes populares e científicos apresentadas a seguir baseiam-se em inferências parataxonômicas, assumindo baixa ambiguidade na nomenclatura vernácula regional para as espécies mais frequentemente citadas.

Nesse contexto, as espécies popularmente conhecidas como umburana de cambão (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett) (17,6%), angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) (16,4%), umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) (14,8%) e aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.) (12,7%) foram as mais citadas ao longo do *corpus* analisado.

As espécies umburana de cambão e o umbuzeiro, em domínio fitogeográfico de Caatinga, são frequentemente mencionadas como substratos de nidificação de várias espécies de abelhas sem ferrão, como nos trabalhos de Martins *et al.* (2004), Macedo *et al.* (2020) e Bendini *et al.* (2022). Esses estudos tiveram como objetivo investigar os hábitos de nidificação dos meliponíneos e foram conduzidas, respectivamente, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí, em distintas

áreas de Caatinga. Apesar das variações na composição das comunidades de meliponifauna, observou-se um padrão consistente: a espécie *C. leptophloeos* destacou-se como substrato preferencial para nidificação das abelhas nativas em todos os estudos.

Figura 2.6 — Locais de nidificação de abelhas nativas relatados como conhecidos pelos participantes da pesquisa.



Nota: A codificação em ‘Outros’ compreende, nessa categoria, códigos referentes a outras estruturas ou espécies arbóreas, apontadas como substratos de nidificação de abelhas sem ferrão, e que não haviam sido previstos na elaboração da categoria. Foram categorizados em ‘Outros’ 8 espécies arbóreas (Cascudo, Arapiraca, Jacurutu, Pereiro, Pau-Branco, Pau-ferro, Muquém e Gameleira), cada uma citada 1 única vez, e um tipo cavidade natural de origem biogênica (ninho de pássaro da espécie João-de-Barro), citada 3 vezes.

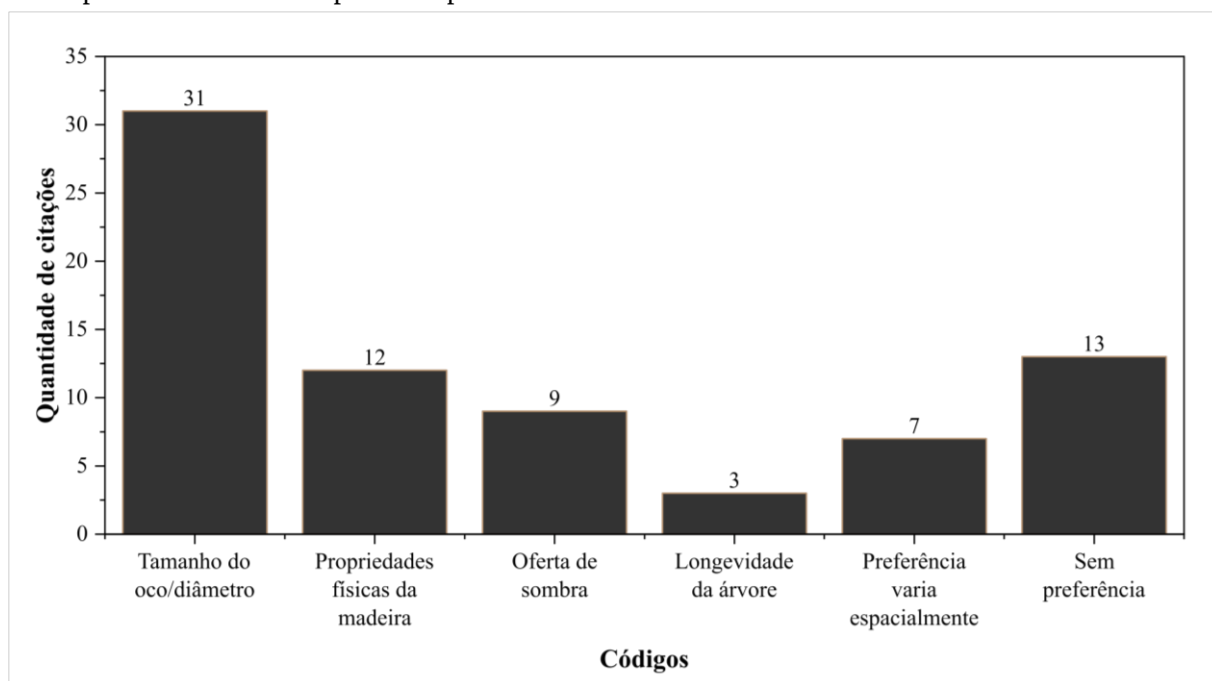
Fonte: Dados da pesquisa.

Dada a intensa utilização como substrato de nidificação, essa planta é designada, por muitos, no nordeste brasileiro como ‘pau de abelha’ (Martins *et al.*, 2004), e pode ser considerada como espécie-chave do ecossistema (Bendini *et al.*, 2022). Segundo Power *et al.*, (1996, p. 609, tradução nossa), “uma espécie-chave é aquela cujo efeito é grande e desproporcionalmente maior em relação à sua abundância”. Esse conceito que se aplica perfeitamente ao papel desempenhado pela umburana, que reverbera por toda a teia trófica, e análise de conteúdo demonstra que os entrevistados reconhecem o papel dessa espécie.

No estudo de Gomes e Bendini (2026 [manuscrito não publicado]), em uma área de estudo abrangida no presente estudo, os autores registraram grande parte das espécies que foram mencionadas, diferentemente de outros estudos, a espécie *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro) foi predominantemente a mais nidificada. Essa espécie foi registrada no *corpus*, como a quinta mais mencionada (7%), revelando que os meliponicultores percebem nidificações nessa espécie e que podem existir variações na composição da paisagem, mesmo em escala local.

No contexto de nidificação, de forma majoritária (41,3%), o diâmetro do tronco foi apontado pelos entrevistados como uma característica que influencia a escolha das espécies arbóreas como substratos pelas abelhas (Figura 2.7). Essa característica foi observada por Gomes e Bendini (2026 [manuscrito não publicado]) e Correia *et al.* (2016) como umas das principais preditoras da nidificação, correspondendo a um fator que varia interespecie. Isso, pode estar relacionado com o tamanho dos potes de mel/pólen produzidos, a termorregulação, o tipo de agrupamento de células de cria (Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009) ou ainda com o tamanho populacional das colônias (Viana *et al.*, 2015).

Figura 2.7 — Características, dos substratos de aninhamento, que são percebidas pelos entrevistados, como preferências dos meliponíneos para nidificar.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em menor expressão foram também apontadas as propriedades físicas da madeira (16%) e a oferta de sombra (12 %) (Quadro 2.4), que são características que podem ser associadas a manutenção do microclima do ninho (Moritz; Crewe, 1988; Roubik, 2006; Hora; Bayeta; Negera, 2023), onde em clima semiárido tal concepção é ainda mais pertinente.

Quadro 2.4 — Trechos de falas cooptadas na categoria *Percepção de preferência de substrato de nidificação*.

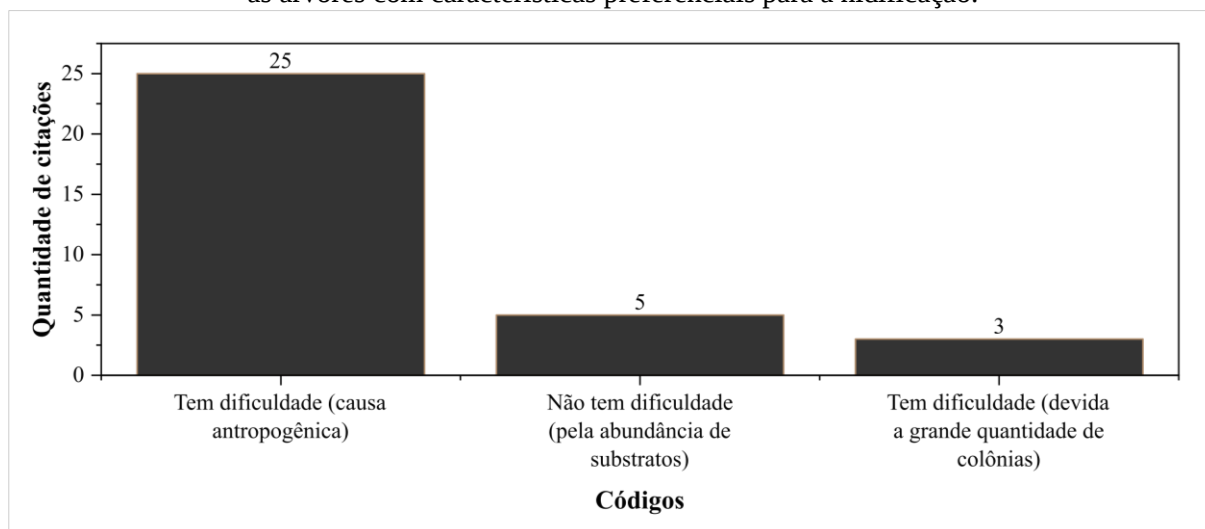
TRECHO DA FALA	ENTREVISTADO	CÓDIGOS ATRIBUÍDOS
<i>“Não tem pau certo, não. É o que elas acham que tem oco, que tem lugar, espaço para elas.”</i>	MELI23	C7:S1 – Sem preferência
<i>“Elas procuram a árvore mais grossa, mais sombreada. Aí por causa disso aí é que elas não vão para uma árvore fina e nem quente.”</i>	MELI2	C7:S2 – Preferência por espécies que produzem sombra e C7:S4 - Preferência baseada no tamanho do oco/diâmetro das árvores
<i>“Não sei se é a questão da árvore, se que ela é mais fria, tem mais umidade na árvore, alguma coisa do tipo.”</i>	MELI13	C7:S3 - Preferência baseada nas propriedades físicas da madeira
<i>“O tamanho específico para elas também, pela durabilidade da árvore também, pelo tanto de tempo ali que ela vai sobreviver. Quando a árvore já está mais acabada, elas não procuram muito aquela ali, não.”</i>	MELI18	C7:S4 e C7:S6 – Preferência por espécies longevas
<i>“Parece que vai mais da região... Tem região que elas preferem mais umas árvores, outra região já prefere mais outras.”</i>	MELI16	C7:S7 – Preferência varia espacialmente

Fonte: Dados da pesquisa.

A longevidade das árvores, ou seja, a capacidade da árvore de viver por muitos anos foi mencionado, em 4% dos diálogos, como capaz de influenciar nessa escolha, alinhando-se a dados da literatura (Roubik, 1983; 1989; 2006; Martins *et al.*, 2004; Cortopassi-Laurino; Alves; Imperatriz-Fonseca, 2009) e que sob a ótica da sociobiologia pode ser considerada como uma

estratégia de maximização da aptidão biológica e sucesso reprodutivo desse superorganismo que é a colônia (Wilson, 2000).

Figura 2.8 — Percepção dos entrevistados em relação a dificuldade das abelhas nativas de encontrar as árvores com características preferenciais para a nidificação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Dado o entendimento dos participantes em relação à preferência das abelhas por determinadas espécies vegetais para construção dos ninhos, a categoria de análise *percepção da dificuldade das abelhas de encontrar as árvores preferenciais* (Figura 2.8) complementou esse resultado, revelando uma concepção majoritária (75,8%) do *corpus*, de que a preferência das abelhas pode ser influenciada pela ação antrópica, resultando em escassez de substratos.

Ou seja, para maioria dos entrevistados, as espécies arbóreas preferidas para a nidificação, pelas abelhas sem ferrão, são ameaçadas pelas queimadas ou desmatamento (Quadro 2.5). A fragmentação dos habitats é considerada um dos principais fatores de declínio das abelhas nativas (Klein, 1989; Samejima *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2019; Toledo-Hernández *et al.*, 2022), e nesse sentido, caso esse cenário seja confirmado, as populações de abelhas nativas podem estar sendo severamente afetadas, não conseguindo realizar enxameações reprodutivas ou sendo compelidas a nidificar em outros substratos alternativos, o que em ambos os cenários, geram preocupações sobre o estado de conservação das espécies meliponíneas, a nível local.

Quadro 2.5 — Trechos de falas catalogados na categoria *Percepção da dificuldade das abelhas de encontrar as árvores preferenciais*.

TRECHO DA FALA	ENTREVISTADO	CÓDIGO ATRIBUÍDO
“O pessoal corta as árvores mais formadas, mais grossas, mais altas. Eles usam para carvão, é madeira, e vai acabando o local delas arrancar.”	MELI5	C8:1 – Tem dificuldade, e é causada por fatores antropogênicos

<i>“As que têm ocos, parece que já estão tudo com abelhas, não tem mais muitos...”</i>	MELI12	C8:2 – Tem dificuldade, e é gerada pela grande quantidade de colônias.
<i>“Aqui nem tanto, aqui tem bastante juazeiro, umbuzeiro ainda tem bastante.”</i>	MELI39	C8:3 – Não tem dificuldade, devido a abundância das espécies vegetais.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ademais, outras duas percepções emergiram: a perspectiva de alguns participantes (15,2%) de que existe a dificuldade e esta é causada pela grande quantidade de colônias da comunidade de abelhas, ou seja, nessa perspectiva as abelhas estão ocupando quase todos os espécimes das espécies vegetais preferidas do ecossistema. Mas, também emerge a visão destoante, de que existe grande abundância de espécies vegetais e por isso as abelhas não têm dificuldade (9,1%).

Destaca-se que essas perspectivas empíricas são centrais para a conservação (Sachs, 2002; Diegues, 2008; Albuquerque; Alves, 2016; Berkes, 2018), uma vez que as observações cotidianas podem revelar a escassez de árvores com ocos adequados para a nidificação, sendo importantes indicadores da necessidade de atenção.

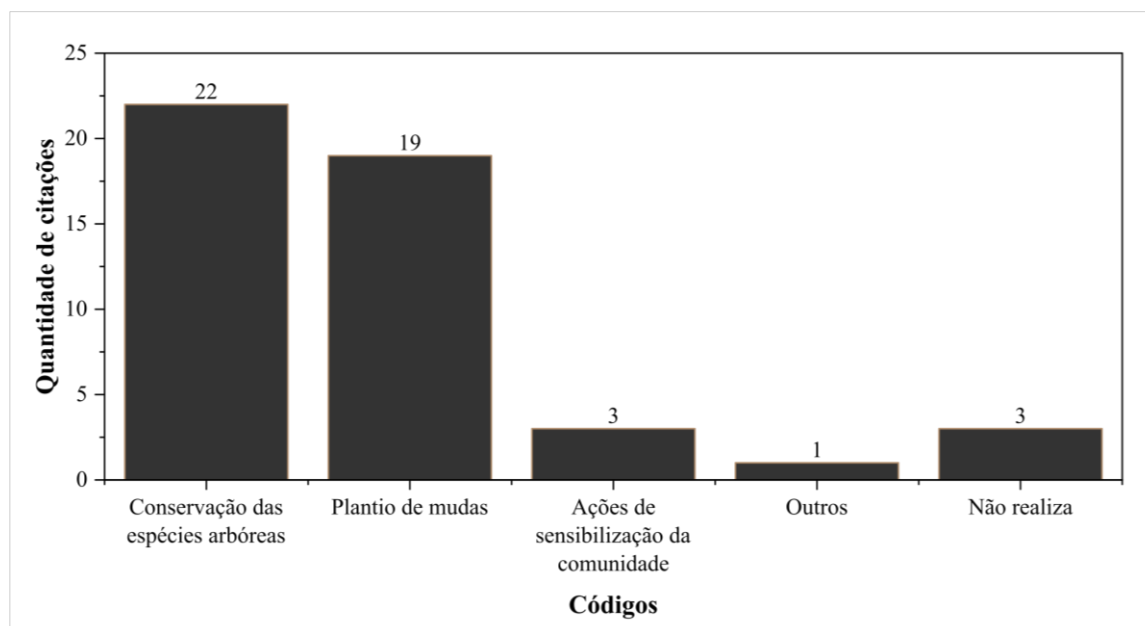
Por fim, considerando a análise da relação dos participantes da pesquisa com os meliponíneos e a percepção do grupo quanto a importância da conservação desses insetos diante das ameaças que os afetam, buscou-se compreender o quanto esses aspectos refletem no emprego de estratégias efetivas de conservação (Figura 2.9). Nesse sentido, a principal ação apontada no *corpus* é a conservação das árvores em suas propriedades (45,8%), seguida do plantio dessas espécies botânicas (39,6%).

Ou seja, de forma geral, esses meliponicultores manifestam reconhecer o papel das árvores na manutenção das abelhas nativas, demonstrando conhecerem as abelhas e compreenderem seus comportamentos. Esse discernimento é favorecido, como observado anteriormente, pelos interesses conservacionistas, culturais, sociais e econômicos e por meio do manejo desses insetos, e promove atitudes pró-conservação por parte desses indivíduos.

Essas percepções expressam-se em frases como: *“Além da gente estar capturando elas sem derrubar uma árvore, a gente também está preservando elas, porque se a gente não preservar, um dia vai acabar”* (MELI19) e *“Eu já andei plantando umas moringa lá em casa, [...]eu acho que é um bem para elas. [...] Eu pretendo plantar umas áreas também que faz flor, né, para elas se*

manter” (MELI2). Essas frases denotam uma preocupação e uma busca, de parte desses criadores, por estratégias que assegurem a conservação desses polinizadores.

Figura 2.9 — Ações de conservação das abelhas sem ferrão, relatadas como executadas pelos criadores entrevistados.



Fonte: Dados da pesquisa.

Contudo, destaca-se que na categorização não houve explicitação da finalidade do plantio de mudas, onde alguns deles afirmavam que as ações eram voltadas para produção de pasto meliponícola (“*até tentei plantar umas lá, mas era para questão de ver se conseguia uma florada no período seco*” – MELI7), que apesar de ser benéfico para as abelhas selvagens, para eles essa ação está relacionada à manutenção de suas colmeias. Nesse sentido, é preciso assegurar-se que essas ações não tratem com prioridade as espécies consideradas economicamente importantes, dados os riscos anteriormente apontados (Quezada-Euán *et al.*, 2012; Vollet-Neto *et al.*, 2018; Lin *et al.*, 2025).

Observa-se ainda que, como no trecho do MELI19, anteriormente apresentado, alguns meliponicultores relatam que as espécies que plantam são exóticas. A utilização das espécies *Moringa oleifera* Lam. (moringa) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena) tem sido amplamente divulgado em projetos de produção pasto apícola², onde é destacado a sua capacidade de resistência e adaptação ao semiárido nordestino.

² Exemplo de projeto na região: <https://veramendes.pi.gov.br/noticia/acoes-do-projeto-rural-sustentavel-caatinga-sao-intensificadas-em-vera-mendes-pi>

Essas espécies, apesar de ofertarem recursos no período de estiagem (Tonelli *et al.*, 2022; Santana; Silva; Oliveira, 2025), tratam-se, respectivamente, de uma planta que pode ser considerada tóxica para abelhas (Maracajá *et al.*, 2010) e outra que é considerada invasora agressiva (Martelli, 2022), com potencial para afetar o ecossistema local.

Complementarmente ressalta-se as falas sobre ações de sensibilização da comunidade, referida em apenas 6,3% dos trechos categorizáveis nessa categoria. Esse tipo de movimento poderia ter um papel mais significativo nas iniciativas de conservação dessa região, dado que ações educativas propiciam a coletividade e tendem a ter maiores chances de êxito (Junges; Telocken; Campos, 2020).

Apesar de serem reconhecíveis e válidas as ações apontadas, destaca-se que essas ações precisam evoluir de iniciativas individuais para projetos mais sistemáticos e coletivos (Maniates, 2001; Moreira, 2024), pois quase todos meliponicultores que apontam fazer o plantio de árvores voltado para o uso como substrato de nidificação relataram ações esporádicas e aleatórias, como MELI24: “Às vezes a gente planta um pezinho de árvore aqui, outro aculá”.

Ademais, ao se considerar que a manutenção das matas constitui uma forma de conservação passiva (Prach *et al.*, 2019), quando comparada a outras estratégias possíveis, observa-se que a predominância de ações voltadas apenas à salvaguarda dos substratos de nidificação pode resultar em efeitos limitados na prática. Nesse contexto, embora os meliponicultores demonstrem elevada valorização e amplo conhecimento sobre as abelhas e seus locais de nidificação, esse reconhecimento não se traduz, de forma consistente, na implementação de ações concretas e efetivas de conservação.

Tal contradição entre o saber e o agir pode ser explicada pela ótica de Hume (2003) que argumenta que a razão, isoladamente, é incapaz de motivar a vontade, sendo os sentimentos e impulsos imediatos os verdadeiros motores da ação humana. Além disso, como discute Locke (1999) o entendimento fundamenta-se na experiência, desse modo, a falta de vivência prática que confirme os benefícios de ações de conservação ativa, pode esclarecer tal comportamento.

Essas premissas dialogam com a corrente do behaviorismo, que explica que a persistência na inação oferece reforços, como comodidade ou economia de recursos, enquanto as consequências negativas da degradação ambiental são percebidas apenas no longo prazo (Corral-Verdugo; Aguilar-Luzón; Hernández, 2019).

Consequentemente, a limitada percepção de controle e eficácia de suas ações sobre os problemas ecológicos pode levar ao meliponicultor a produzir justificativas, como a escassez de capital ou a atribuição de responsabilidade exclusiva a organizações externas, para mitigar a contradição entre a valorização das abelhas e a ausência de um manejo efetivo (Corral-Verdugo; Aguilar-Luzón; Hernández, 2019; Gallardo-López *et al.*, 2021).

4. CONCLUSÕES

A análise de conteúdo das entrevistas de meliponicultores do semiárido piauiense revelou que a meliponicultura local transcende a dimensão produtiva, configurando-se como um elemento de memória cultural e um vetor estratégico para a conservação da Caatinga. A forte herança histórica observada fundamenta uma relação de reconhecimento e valoração das abelhas sem ferrão, em que o criador não apenas utiliza o recurso, mas atua como um observador atento das dinâmicas ecossistêmicas.

Evidencia-se que a conservação das abelhas nativas na região é percebida como vinculada à manutenção da flora arbórea. Os resultados demonstram que os meliponicultores compreendem a arquitetura da paisagem necessária para a sobrevivência desses insetos e percebem o impacto de fatores de ameaça *in situ*.

A análise identificou desafios que demandam intervenções educativas e políticas públicas. A marginalização de algumas espécies, tidas como pragas, e a priorização de espécies de maior valor comercial indicam a necessidade da adoção de ações de educação ambiental. Além disso, as estratégias de conservação identificadas, embora importantes, ainda carecem de uma dimensão coletiva e sistematizada, de forma a permitir a efetivação dos mecanismos de proteção.

Portanto, para fortalecer a meliponicultura, como uma atividade sustentável para a região, é imperativo que o conhecimento local seja integrado a estratégias de conservação amplas, promovendo o reflorestamento com espécies nativas e a conscientização comunitária, garantindo que a atividade cumpra seu papel de salvaguarda dos serviços ecossistêmicos essenciais à vida na região.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, R. R. N. (org.). **Introduction to Ethnobiology**. [S. l.]: Springer, 2016.

- ARAÚJO, Maria E. da S.; GUIMARÃES, Luana L. A importância econômica, ecológica e ambiental das abelhas para os apicultores de Madalena, Ceará. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 9, p. e17917-e17917, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.70860/ufnt.rbec.e17917>. Acesso em: 1 dez. 2025.
- ARAÚJO, Rita de C. M. S. *et al.* Conhecimento etnoentomológico de indígenas Pankararu: Interações agrícolas para conservação de populações de *Trigona spinipes* (FABR. 1973). **JNT-Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 41, p. 167-200, 2023.
- ARAÚJO, Rita de C. M. Dos S. ; ANDRADE, Wbaneide M.; NOGUEIRA, Eliane M. de S. Povos indígenas e abelhas sem ferrão (apidae, meliponini) nas macrorregiões brasileiras. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 9, n. 29, 2023.
- ARIAS, Paola A. *et al.* Technical Summary. In: MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* (ed.). **Climate Change 2021: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p. 33-144. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.002>. Acesso em: 17 fev. 2026.
- BARBIÉRI, Celso; FRANCOY, Tiago M. Modelo teórico para análise interdisciplinar de atividades humanas: A meliponicultura como atividade promotora da sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e00202, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190020r2vu2020L4AO>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- BENDINI, Juliana do N. *et al.* Potencial de espécies arbóreas para a nidificação de abelhas nativas no bioma Caatinga. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i2.1786>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- BERKES, Fikret. **Sacred ecology**. 4. ed. New York: Routledge, 2018.
- BOGO, Gherardo *et al.* Current status of toxicological research on stingless bees (Apidae, Meliponini): Important pollinators neglected by pesticides' regulations. **Science of the Total Environment**, v. 959, p. 178229, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178229>. Acesso em: 30 mar. 2026.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 496**, de 19 de agosto de 2020. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 20 ago. 2020.
- BRASIL. **LEI N° 14.639**, de 25 de julho de 2023. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 jul. 2023.
- BROSI, Berry J.; DAILY, Gretchen C.; EHRLICH, Paul R. Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. **Ecological applications**, v. 17, n. 2, p. 418-430, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/06-0029>. Acesso: 17 abr. 2025.
- BROSI, Berry J. The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. **Forest ecology and management**, v. 258, n. 9, p. 1830-1837, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.025>. Acesso: 10 mai. 2024.

- BROWN, J. Christopher; OLIVEIRA, Marcio Luiz. The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil. **Apidologie**, v. 45, p. 172-188, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-013-0236-3>. Acesso: 12 mai. 2024.
- CAMARGO, J. M. F.; POSSEY, D. A. O conhecimento dos Kayapó sobre as abelhas sociais sem ferrão (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera): Notas adicionais. Boletim de Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia, v. 6, n. 1, p. 17-42, 1990.
- CARVALHO, Antônio F. Illegalities in the online trade of stingless bees in Brazil. **Insect Conservation and Diversity**, v. 15, n. 6, p. 673-681, 2022. Disponível em: <https://doi-org.ez17.periodicos.capes.gov.br/10.1111/icad.12590>. Acesso em: 12 mai. 2024.
- CARVALHO, Francisco das C. De meleiro a meliponicultor. In: Imperatriz-Fonseca, Vera L.; Koedam, Dirk; Hrncir, Michael. **A abelha Jandaíra**: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA, p. 101-107, Mossoró, 2017.
- CARVALHO, Roberta M. A.; MARTINS, Celso F. “É uma abelha sagrada”: dimensão simbólica da criação de abelhas sem ferrão em comunidades quilombolas da zona da mata sul paraibana. **Gaia Scientia**, Volume Especial Populações Tradicionais: 15-27, 2014.
- CARVALHO, S. M. *et al.* Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 597-606, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p5972009>. Acesso em: 30 mar. 2026.
- CLAYTON, Susan D. (Ed.). **The Oxford handbook of environmental and conservation psychology**. Oxford University Press, 2012.
- COOK, James M.; CROZIER, Ross H. Sex determination and population biology in the Hymenoptera. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 7, p. 281-286, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(95\)90011-X](https://doi.org/10.1016/0169-5347(95)90011-X). Acesso em: 14 abr. 2025.
- CORRAL-VERDUGO, Víctor; AGUILAR-LUZÓN, María del C.; HERNÁNDEZ, Bernardo. Bases teóricas que guían a la psicología de la conservación ambiental. **Papeles del Psicólogo**, v. 40, n. 3, p. 174-181, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23923/pap.psicol2019.2897>. Acesso em: 6 abr. 2026.
- CORREIA, Francisco C. da S. *et al.* Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em um fragmento de floresta secundária em Rio Branco, Acre. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 3, p. 163-168, 2016.
- CORTOPASSI-LAURINO, Marilda; ALVES, D. A. E.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). **Mensagem doce**, v. 100, p. 21-28, 2009.

COSTANZA, Robert *et al.* Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?. **Ecosystem services**, v. 28, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>. Acesso: 8 abr. 2025.

CRANE, Eva. **Bees and beekeeping**: science, practice and world resources. London: Neinemann Newnes, 1990. 614p.

DIBARTOLOMEIS, Michael *et al.* An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States. **PloS one**, v. 14, n. 8, p. e0220029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220029>. Acesso: 3 abr. 2025.

DIEGUES, Antonio CS. **O mito moderno da natureza intocada**. 6ª ed. São Paulo: Editora Hucitec: Nupaub-USP/CEC, 2008.

DRUMOND, Patrícia. M. M. *et al.* **Aprendendo a conviver com as abelhas-arapuás em sistemas agrícolas**. 1 ed., Rio Branco: Embrapa Acre, 2019. 35p.

ENGEL, Michael S. *et al.* Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. **ZooKeys**, v. 1172, p. 239, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GALLARDO-LÓPEZ, Felipe *et al.* Disonancia cognitiva ante el cambio climático en apicultores: un caso de estudio en México. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 12, n. 1, p. 238-255, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i1.5213>. Acesso em: 6 abr. 2026.

GALLO, Domingos *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, v. 10, 2002. 920 p.

GOMES, Marcos D. de S; BENDINI, Juliana do N. **Diversidade e padrões de nidificação de abelhas sem ferrão em uma área de Caatinga piauiense**. 2026. [manuscrito não publicado]

GOMES, Vitor H. F. *et al.* Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. **Nature Climate Change**, v. 9, n. 7, p. 547-553, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GOULSON, Dave. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, p. 1-26, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>. Acesso em: 13 mai. 2024.

GREGOLIS, Thais B. L.; PINTO, Wagner J.; PERES, Frederico. Percepção de riscos do uso de agrotóxicos por trabalhadores da agricultura familiar do município de Rio Branco, AC. **Revista brasileira de Saúde ocupacional**, v. 37, n. 125, p. 99-113, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100013>. Acesso: 3 abr. 2025.

GRÜTER, Christoph. **Stingless Bees**: Their Behaviour, Ecology and Evolution. Springer Nature, 2020. 385p.

GUIMARÃES, Carlos S. S.; VAZ, Marcos A. B.; SILVA, Rafael B. P. Aplicações do empreendedorismo na conservação ambiental dos recursos naturais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 591-602, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0051>. Acesso em: 6 mar. 2026.

HEIMPEL, George E.; DE BOER, Jetske G. Sex determination in the Hymenoptera. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 53, n. 1, p. 209-230, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093441>. Acesso em: 9 abr. 2025.

HORA, Zewdu A.; BAYETA, Alemayehu G.; NEGERA, Taye. Nesting ecology and nest characteristics of stingless bees (Apidae: Meliponini) in Oromia Regional State, Ethiopia. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 43, n. 2, p. 409-417, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42690-023-00946-3>. Acesso em: 20 jan. 2026.

HUME, David. **Investigações sobre entendimento humano e sobre os princípios da moral**. Tradução de José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 438 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/series-temporais>. Acesso em: 10 fev. 2026.

IGE, Ojo E. *et al.* Ecotoxicological impacts of pesticide. In: **The interplay of pesticides and climate change: Environmental dynamics and challenges**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. p. 231-252. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-81669-7_9. Acesso em: 30 mar. 2026.

JUNGES, Vanessa de C.; TELOCKEN, Suelen G.; CAMPOS, Simone A. P. Ação Coletiva como Forma de Ampliar a Educação para a Sustentabilidade: Uma Discussão à luz da Agenda 2030. **Revista de Administração IMED**, v. 10, n. 1, p. 106-126, 2020.

KLEIN, Alexandra-Maria *et al.* Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the royal society B: biological sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007. Disponível: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KLEIN, Bert C. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. **Ecology**, v. 70, n. 6, pp. 1715-1725, 1989. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1938106>. Acesso em: 4 abr. 2024.

LIN, Zheguang *et al.* Genetic Bottlenecks in Modern Beekeeping: Implications for Conservation and Sustainable Pollination. **Conservation Letters**, v. 18, n. 6, p. e13156, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/conl.13156>. Acesso em: 30 mar. 2026.

LOCKE, John. **Ensaio acerca do entendimento humano**. Tradução de Anoar Aiex. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

LOURENÇO, Maria S. M.; CABRAL, José E. de O. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 93-115,

2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p93-115>. Acesso em: 10 fev. 2026.

MACEDO, Carlos R. C. *et al.* Comportamento da nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 21, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/58736>. Acesso em: 14 abr. 2024.

MANIATES, Michael F. Individualization: Plant a tree, buy a bike, save the world?. **Global environmental politics**, v. 1, n. 3, p. 31-52, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/152638001316881395>. Acesso em: 6 mar. 2026.

MARACAJÁ, Patricio B. *et al.* Efeito tóxico do extrato de flores de *Moringa oleifera* L. para abelhas *Apis mellifera* africanizadas. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 6, n. 4, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.30969/acsa.v6i4.101>. Acesso: 20 abr. 2026.

MARCO JR, Paulo; COELHO, Flávia M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000019402.51193.e8>. Acesso: 3 abr. 2025.

MARENGO, Jose A.; CUNHA, Ana P.; ALVES, Lincoln M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanalise**, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2016.

MARTELLI, Anderson. Uma proposta de erradicação da espécie exótica invasora denominada Leucena em uma área do município de Itapira-SP e o favorecimento da biodiversidade local. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 02, p. 275-287, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/rvg267523952022275287>. Acesso em: 21 abr. 2026.

MARTINS, Celso F. *et al.* Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1-8, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000200003>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MAYRING, Philipp. **Qualitative content analysis**: theoretical foundation, basic procedures and software solution. Klagenfurt (Áustria), 2014. 143p.

MORFIN, Nuria *et al.* Effects of sublethal doses of clothianidin and/or V. destructor on honey bee (*Apis mellifera*) self-grooming behavior and associated gene expression. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 5196, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41365-0>. Acesso em: 8 abr. 2025.

MOREIRA, Inês da S. O individualismo e a educação ambiental: uma discussão que o serviço social propõe para a sociedade. **REVISTA DELOS**, [S. l.], v. 17, n. 61, p. e2918, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n61-173>. Acesso em: 6 mar. 2026.

MORITZ, R. F. A.; CREWE, R. M. Air ventilation in nests of two African stingless bees *Trigona denoiti* and *Trigona gribodoi*. **Experientia**, v. 44, n. 11, p. 1024-1027, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01939912>. Acesso em: 20 jan. 2026.

MURTA, Caio de S.; PEREIRA, Gustavo R.; RECH, André R. Intersecções humanidade-natureza a partir da percepção ambiental mediada pela apicultura e o cuidado com as abelhas. **Revista da Aninter-SH**, v. 1, p. 119-138, 2024.

ODA, F. H.; ODA, T. M. Comportamento pilhador de *Trigona spinipes* Fab. Hymenoptera: apidae) em flores de *Schlumbergera truncata* (Haworth) Moran (Cactaceae). **INSULA Revista De Botânica**, v. 36, p. 95-97, 2007.

OLIVEIRA, M. L. As abelhas sem ferrão na vida dos seringueiros e dos Kaxinawa do alto rio Juruá, Acre, Brasil. In: Cunha, M. C. & Almeida, M. B. (orgs.). **Enciclopédia da floresta**. O alto Juruá: práticas e conhecimentos das populações. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

OLLERTON, Jeff; WINFREE, Rachael; TARRANT, Sam. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>. Acesso em: 9 mai. 2024.

PETARLI, Glenda B. *et al.* Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, p. e15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000030418>. Acesso: 19 abr. 2026.

PIAO, Shilong *et al.* Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. **Global change biology**, v. 25, n. 6, p. 1922-1940, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.14619>. Acesso em: 28 fev. 2024.

POWER, Mary E. *et al.* Challenges in the quest for keystones: identifying keystone species is difficult—but essential to understanding how loss of species will affect ecosystems. **BioScience**, v. 46, n. 8, p. 609-620, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1312990>. Acesso em: 20 abr. 2026.

PRACH, Karel *et al.* Possibilities and limitations of passive restoration of heavily disturbed sites. **Landscape Research**, 2020., v. 45, n. 2, p. 247–253. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1593335>. Acesso em: 5 abr. 2026.

PRENDERGAST, Kit S.; CAMPBELL, Joshua W.; BATEMAN, Philip W. Bees feeling the burn. **Biological Reviews**, 101, pp. 279–296. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/brv.70082>. Acesso em: 28 fev. 2024.

QUEZADA-EUÁN, Jose J. G. *et al.* Genetic and phenotypic differentiation in endemic *Scaptotrigona hellwegeri* (Apidae: Meliponini): implications for the conservation of stingless bee populations in contrasting environments. **Insect Conservation and Diversity**, v. 5, n. 6, p. 433-443, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00179.x>. Acesso em: 14 abr. 2025.

RIBEIRO, Luiz A. O. *et al.* Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil (2009-2019): Riscos, benefícios e alternativas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7321799> Acesso em: 14 abr. 2026.

ROSSO-LONDOÑO, Juan M.; IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. “Abelha não serve só pra botar mel, não!”: melheiros e conflito socioambiental na Caatinga potiguar. *In: IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L.; KOEDAM, Dirk; HRNCIR, Michael. A abelha Jandaíra: no passado, presente e no futuro. Mossoró: EduFERSA, p. 93-100, Mossoró, 2017.*

ROUBIK, David W. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 327-355, 1983.

ROUBIK, David W. **Ecology and Natural History of tropical bees**. Cambridge University Press, 1989. 514 p.

ROUBIK, David W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>. Acesso em: 6 abr. 2024.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Editora Garamond, 2000.

SAMEJIMA, Hiromitsu *et al.* The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v. 120, n. 4, p. 577-587, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.030>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SAMPAIO, Rafael C.; LYCARIÃO, Diógenes. **Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação**. Brasília: Enap, 2021. 155p.

SANTANA, Adrielli S.; SANTOS, Gesmar R. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRUA)**, n. 22, 2020.

SANTANA, Ana F. M.; DA SILVA, Priscilla E. F.; DE OLIVEIRA, Aline C. Visitantes florais da *Moringa oleifera* Lam.: uma revisão integrativa. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 7, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.66205/mabra.v7i2.485>. Acesso: 20 abr. 2025.

SANTOS, Charles F. *et al.* The widespread trade in stingless beehives may introduce them into novel places and could threaten species. **Journal of Applied Ecology**, v. 59, n. 4, p. 965- 981, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14108>. Acesso em: 13 mai. 2024.

SEELEY, Thomas D.; SMITH, Michael L. Crowding honeybee colonies in apiaries can increase their vulnerability to the deadly ectoparasite *Varroa destructor*. **Apidologie**, v. 46, n. 6, p. 716-727, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0361-2>. Acesso em: 30 mar. 2026.

SHI, Tengfei *et al.* Metabolomic analysis of honey bee, *Apis mellifera* L. response to thiacloprid. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 152, p. 17-23, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.08.003>. Acesso em: 8 abr. 2025.

TAVARES, Daiana A. *et al.* Exposure to thiamethoxam during the larval phase affects synapsin levels in the brain of the honey bee. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 169, p. 523-528, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.048>. Acesso em: 8 abr. 2025.

TOLEDO-HERNÁNDEZ, Erubiel *et al.* The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. **Apidologie**, v. 53, n. 1, p. 8, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00913-w>. Acesso em: 21 jan. 2026.

TONELLI, Lucas L. *et al.* Levantamentos florísticos e sua importância para a produção de mel no Oeste Paranaense. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 417-450, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509864084>. Acesso: 3 abr. 2025

VALADARES, Alexandre Arbex; ALVES, Fábio; GALIZA, Marcelo. **O Crescimento do uso de agrotóxicos**: uma análise descritiva dos resultados de Censo Agropecuário 2017. Nota Técnica, n. 65, 2020. 42p.

VAN WILGENBURG, Ellen; DRIESSEN, Gerard; BEUKEBOOM, Leo W. Single locus complementary sex determination in Hymenoptera: an "unintelligent" design?. **Frontiers in Zoology**, v. 3, p. 1-15, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1742-9994-3-1>. Acesso em: 9 abr. 2025.

VIANA, Jaqueline L. *et al.* Bionomia de *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) em relação ao seu comportamento de nidificação. **Biota Neotropica**, v. 15, p. e20140097, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-06032015009714> Acesso em: 6 mar. 2026.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo. **Manual tecnológico**: mel de abelhas sem ferrão. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012. 96p.

VOLLET-NETO, Ayrton *et al.* Recent advances in reproductive biology of stingless bees. **Insectes sociaux**, v. 65, p. 201-212, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-018-0607-x>. Acesso em: 9 abr. 2025.

WEYERMÜLLER, André R.; DEWES, Vitória V. M. A utilização de agrotóxicos e o impacto ambiental sobre as abelhas. **Revista JurisFIB**, v. 16, n. 16, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.59237/jurisfib.v16i16.812>. Acesso em: 30 mar. 2026.

WILSON, Edward O. **Sociobiology**: The new synthesis. Harvard University Press, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como propósito gerar subsídios para a conservação das abelhas sem ferrão e de seus habitats na Caatinga piauiense, integrando abordagens ecológicas e socioecológicas. Ao articular dados sobre diversidade, padrões de nidificação e percepções de meliponicultores, a pesquisa buscou compreender, de forma integrada, as dinâmicas biológicas e humanas que influenciam a conservação desses polinizadores.

De modo geral, os resultados indicam que os objetivos propostos foram alcançados. No que se refere à diversidade de abelhas sem ferrão, verificou-se uma comunidade com baixa riqueza específica e forte dominância de espécies do gênero *Scaptotrigona*, sugerindo possíveis condicionantes ecológicos e/ou antrópicos que favorecem tais espécies na área de estudo. Em relação aos padrões de nidificação, observou-se uma associação com algumas espécies da vegetação nativa, principalmente o juazeiro (*S. joazeiro*), o pau d'arco (*H. impetiginosus*) a umburana-de-cambão (*C. leptophloeos*) e umbuzeiro (*S. tuberosa*). Além disso, verificou-se influência de características estruturais, como o diâmetro das árvores, na seleção de sítios de nidificação para determinadas espécies. Esses achados reforçam o papel central da vegetação lenhosa na manutenção das populações de abelhas sem ferrão na Caatinga.

No âmbito socioecológico, as percepções dos meliponicultores dialogam com os resultados observados no capítulo 1 e evidenciaram que a meliponicultura transcende sua dimensão produtiva, configurando-se como uma prática cultural enraizada e potencialmente estratégica para a conservação. Os participantes demonstraram reconhecer a importância ecológica das abelhas, especialmente no que se refere à manutenção da biodiversidade, bem como identificaram de forma consistente as principais ameaças, como desmatamento, queimadas e uso de agrotóxicos. No entanto, a realização ações de conservação ativas foi verificada apenas de maneira pontual, individual e pouco sistematizadas.

Dessa forma, as perguntas de pesquisa foram respondidas ao evidenciar que a diversidade de abelhas sem ferrão na área estudada é relativamente baixa e estruturada por padrões específicos de nidificação, fortemente dependentes da vegetação arbórea, e que os meliponicultores possuem um conhecimento empírico consistente sobre a ecologia dessas espécies. Esse conhecimento, embora ainda não integrado a políticas públicas e estratégias formais de conservação, possui potencial significativo para o fortalecimento de estratégias participativas de conservação, baseadas na integração entre conhecimento científico e saberes locais.

Entretanto, algumas limitações, do presente estudo, devem ser consideradas. A escala espacial e o esforço amostral podem ter restringido a detecção de maior diversidade de espécies e de variáveis ambientais relevantes para os padrões de nidificação. Além disso, a inclusão de outras variáveis, a associação com levantamento fitossociológico e/ou inventário das cavidades disponíveis poderiam fornecer mais respostas sobre os padrões de nidificação.

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o esforço amostral, incorporem variáveis microambientais adicionais e explorem diferentes contextos da Caatinga, a fim de aprofundar a compreensão sobre os determinantes ecológicos da nidificação. No campo aplicado, destaca-se a necessidade de políticas públicas e ações de educação ambiental que valorizem a meliponicultura, promovam o manejo sustentável e incentivem a conservação e reflorestamento de espécies arbóreas nativas. A integração entre ciência e conhecimento tradicional emerge, portanto, como um caminho promissor para fortalecer estratégias de conservação das abelhas sem ferrão e garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais na Caatinga.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Título do projeto: IDENTIFICAÇÃO DOS SUBSTRATOS DE NIDIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO (MELIPONINI) NA CAATINGA PIAUIENSE

Pesquisador responsável: Juliana do Nascimento Bendini

Instituição/Departamento: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Telefone para contato (inclusive a cobrar): (86) 9995689707

Pesquisador participante: Marcos Daniel de Sousa Gomes

Telefones para contato: (89) 999327961

E-mail: jbendini@ufpi.edu.br

Olá!

Gostaria de convidar você a participar como voluntário da minha pesquisa.

A pesquisa é sobre a meliponicultura e as estratégias de conservação das abelhas sem ferrão no semiárido piauiense. A pesquisa é de **natureza qualiquantitativa, do tipo exploratória para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí**. Nosso objetivo é entender as perspectivas e estratégias usadas pelos meliponicultores para a preservação das abelhas sem ferrão, além de conhecer os aspectos sociais e econômicos da meliponicultura na nossa região.

Sua participação será através de uma entrevista sobre o tema da pesquisa. **Essa entrevista será realizada na sede da AMBV-PI, Bela Vista do Piauí.**

Você vai decidir se quer participar ou não e para isso pode conversar com alguém em quem confie e me fazer perguntas. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente esse documento e tire suas dúvidas, se tiver.

Após ser **esclarecido** sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte da pesquisa, assine este documento no final. O documento está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Se você não quiser participar ou mesmo desistir durante a pesquisa, você não será penalizado de forma alguma. Basta me dizer que não quer participar ou que está desistindo de participar. Você pode fazer isso agora ou em qualquer outro momento.

Você não ganhará nenhuma renda ou dinheiro por participar da pesquisa e não terá nenhum gasto. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado.

É possível que seu nome seja conhecido por outras pessoas durante essa pesquisa. Para evitar isso, vamos guardar sua entrevista em um local seguro, ou seja, **nos arquivos do computador, protegidos por senha e guardados em uma sala onde somente os pesquisadores terão acesso.** Seu nome verdadeiro será mantido em sigilo. Além disso, esses dados serão arquivados durante um período mínimo de 5 (cinco) anos após o encerramento do estudo e **posteriormente serão destruídos.**

Outro risco dessa pesquisa é que você sinta algum constrangimento caso não souber responder a entrevista. Se isso acontecer, você pode escolher interromper a entrevista a qualquer momento.

Esclarece-se ainda que os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores Marcos Daniel de Sousa Gomes através do contato (89) 99932-7961 e Juliana do Nascimento Bendini (86) 999560797.

Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFPI. Esse comitê acompanhará e analisará as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, com a função de **defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos**. O CEP está localizado no Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Rua Cícero Duarte, N°905, Bairro Junco, Picos-PI, CEP: 64.607-670, e-mail cep-picos@ufpi.edu.br, telefone: (89) 3422-3003; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 13h00 às 17h00.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, Eu _____ declaro que aceito participar desta pesquisa, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Preencher quando necessário:

- () Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos;
- () Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem.
- () Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

Local e data: _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável