



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI

CAMPUS PROFESSOR BARROS ARAÚJO

CURSO: LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ameaça Invisível, Impacto Visível: A Urgência da Conservação das Abelhas na
Polinização para a Manutenção da Biodiversidade.**

Picos – PI

2025

ROBERTO DE MOURA LEAL

Ameaça Invisível, Impacto Visível: A Urgência da Conservação das Abelhas na Polinização para a Manutenção da Biodiversidade.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *campus* Picos, como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas.

Orientador: Professor Dr. Fábio José Vieira

Picos – PI

2025

L433a Leal, Roberto de Moura.

Ameaça invisível, impacto visível: a urgência da conservação das abelhas na polinização para a manutenção da biodiversidade / Roberto de Moura Leal. - 2025.

42 f.

Monografia (graduação) - Licenciatura em Ciências Biológicas, Campus Prof. Barros Araújo, Universidade Estadual do Piauí, Picos-PI, 2025.

"Orientador: Prof. Dr. Fábio José Vieira".

1. Abelhas. 2. Polinização. 3. Conservação. 4. Biodiversidade.
I. Vieira, Fábio José . II. Título.

CDD 595.799

**Ameaça Invisível, Impacto Visível: A Urgência da Conservação das Abelhas na
Polinização para a Manutenção da Biodiversidade.**

ROBERTO DE MOURA LEAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas.

Apresentado em 01 de dezembro de 2025.

Membros da Banca:

Prof. Dr. Fábio José Vieira

(Presidente da Banca – UESPI)

Profa. Msc. Polyhanna Ruth Gomes dos Santos

(Membro Titular – UESPI)

Prof. Esp. Janes Miguel Teixeira Irineu

(Membro Titular – UFPI)

Picos – PI
2025

AGRADECIMENTOS

"Não cheguei até aqui por minhas próprias forças; eu cheguei até aqui porque a boa mão do Senhor está sobre mim." Neemias 2:18

Chegar até aqui é uma conquista que carrego com orgulho e imensa gratidão. A caminhada até este momento foi feita de desafios, renúncias e superações, mas também foi marcada pela fé, pelo apoio de pessoas especiais e por sonhos que nunca deixei morrer. Por tudo isso, sou profundamente grato.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que me sustentou nos momentos de fraqueza e me deu força quando pensei em desistir. Foi Ele quem plantou em mim a semente da esperança e me conduziu até aqui.

À minha família, o meu alicerce. Aos meus pais, Luiz Gonçalves Leal e Maria Jesus Leal, minha eterna gratidão por todo o amor, cuidado e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava. Sob duras penas e muito sol sobre suas cabeças, vocês me fizeram chegar até aqui com dignidade e coragem, e isso jamais será esquecido. Aos meus irmãos, Roseli, Rosilene, Regivaldo (Preto) e Reginaldo (Naldo), agradeço por todo apoio que me deram durante essa caminhada. Cada palavra, cada gesto e até mesmo a presença de vocês à distância fizeram diferença para que eu continuasse firme. Sou grato por saber que sempre posso contar com vocês.

À minha amiga/irmã Alana, com quem caminhei lado a lado desde a infância até a concretização deste sonho. Se hoje chego até aqui, parte disso também devo a você. Sua dedicação, carinho e apoio constante foram essenciais em todos os momentos desta jornada.

Um agradecimento especial ao meu amigo Janes Miguel, cuja presença e apoio foram fundamentais nos momentos em que eu mais precisei. Sua generosidade, disposição e amizade sincera me ajudaram a seguir em frente com coragem. Essa conquista também tem muito de você.

Agradeço à minha madrinha Nilza, por todo o apoio, cuidado e carinho que sempre dedicou a mim, por acreditar no meu potencial e contribuir com a minha caminhada. Sua presença e

incentivo foram fundamentais e sou imensamente grato por tudo que fez e continua fazendo por mim. Aos meus demais familiares — meus tios e tias, primos e primas. Em especial ao Lucas e à Maria Fernanda, agradeço pelo suporte, pelo convívio e pelas contribuições em minha trajetória vocês estiveram sempre ao meu lado, compartilhando momentos importantes e me motivando a seguir em frente.

Ao meu orientador e coordenador do Curso, Professor Dr. Fábio Vieira, meu muito obrigado pela paciência, pelas orientações atenciosas e pelo comprometimento com meu crescimento acadêmico. Sua postura sempre acolhedora fez toda diferença neste processo.

Aos meus amigos de graduação, em especial Stênio Motta, Raiane Aparecida, Eduarda Rodrigue, Rodrigo Ribeiro e Marcos Filipe agradeço pela parceria, pelas conversas, pelos aprendizados compartilhados e pelos momentos que tornaram essa fase mais leve e especial. Levo comigo cada lembrança com muito carinho.

A todos os colegas, Professores, Funcionários da instituição e demais pessoas que contribuíram ao longo dessa jornada, deixo aqui meu mais profundo agradecimento. Hoje, ao concluir esta etapa, levo comigo muito mais que um diploma, carrego histórias, pessoas e aprendizados que fizeram toda a diferença.

A todos que fizeram parte disso: meu sincero e eterno obrigado!!

"Não há nada de Nobre em ser superior a seu semelhante. A legítima nobreza é ser superior a seu antigo eu."

Ernest Hemingway

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a urgência da conservação das abelhas como polinizadores essenciais, destacando os impactos ecológicos, ambientais e socioeconômicos decorrentes da redução dessas populações. Considerando que as abelhas desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na reprodução de grande parte das espécies vegetais, o estudo evidencia que o declínio desses insetos representa um risco direto para o equilíbrio dos ecossistemas e para a segurança alimentar. Nesse contexto, investigou-se como fatores como desmatamento, uso de agrotóxicos, mudanças climáticas, perda de habitat e interferências antrópicas têm influenciado negativamente a sobrevivência das abelhas, especialmente em regiões sensíveis como a Caatinga. Para a realização deste estudo foi utilizada uma revisão qualitativa baseada exclusivamente nos artigos selecionados, permitindo analisar de forma aprofundada os principais desafios e consequências associados à diminuição das populações de abelhas. Como embasamento teórico, foram utilizados autores que discutem a ecologia das abelhas, sua importância ecológica e os riscos relacionados à sua redução. Com base na análise realizada, foi possível observar que o declínio das abelhas compromete diretamente os processos de polinização, afetando tanto os ecossistemas naturais quanto os sistemas produtivos, evidenciando a necessidade urgente de estratégias de conservação que assegurem a continuidade desses polinizadores essenciais.

Palavras-chave: Abelhas. Polinização. Biodiversidade. Conservação.

ABSTRACT

This study aims to analyze the urgency of conserving bees as essential pollinators, highlighting the ecological, environmental, and socioeconomic impacts resulting from the decline of their populations. Considering that bees play a fundamental role in maintaining biodiversity and ensuring the reproductive success of numerous plant species, the research demonstrates that their reduction poses a direct threat to ecosystem balance and food security. In this context, the study investigates how factors such as deforestation, pesticide use, climate change, habitat loss, and other anthropogenic pressures negatively affect bee survival, especially in sensitive regions such as the Caatinga. A qualitative literature review was conducted based exclusively on the selected scientific articles, allowing for an in-depth analysis of the main challenges and consequences associated with the decline of bee populations. The theoretical foundation incorporates authors who discuss bee ecology, their ecological relevance, and the risks related to their reduction. Based on the analysis, it was observed that the decline of bees directly compromises pollination processes, affecting both natural ecosystems and productive systems. The findings highlight the urgent need for conservation strategies that ensure the preservation and continuity of these essential pollinators.

Keywords: Bees. Pollination. Biodiversity. Conservation.

SUMÁRIO

1. INTRODUCAO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo Geral.....	11
2.2. Objetivos Especificos.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 A Polinização e sua Importância Ecológica.....	12
3.2 Espécies mais comuns e sua atuação nos ecossistemas.....	13
3.3 A Importância das Abelhas para a Agricultura e a Segurança Alimentar.....	15
3.4 Ameaças às Abelhas: Uso de agrotóxicos e pesticidas.....	16
3.5 Impactos Causados na Diminuição das Abelhas.....	17
3.6 Os Benefícios da Preservação das Abelhas.....	20
3.7 Perda e Fragmentação de Habitat.....	22
3.8 Políticas e ações governamentais para a preservação das abelhas no Brasil.....	24
3.9 Conservação da Biodiversidade da Caatinga.....	25
3.10 Abelhas e Educação Ambiental.....	27
4. METODOLOGIA.....	29
5. RESULTADOS E DISCURSÃO.....	32
6. CONCLUSÃO.....	37
7. REFERENCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

As abelhas ocupam posição central nos ecossistemas terrestres, exercendo papel essencial na polinização, processo que assegura a reprodução das plantas e contribui diretamente para a manutenção da biodiversidade. Estudos indicam que cerca de 75% das espécies cultivadas no mundo dependem, em maior ou menor grau, da polinização animal, sendo as abelhas os polinizadores mais frequentes e abundantes (Lopes et al., 2018). Além de sua importância ecológica, esses insetos possuem relevância socioeconômica, pois influenciam a produtividade agrícola, a qualidade dos alimentos e a segurança alimentar global, fornecendo ainda produtos de valor comercial como mel, pólen e própolis (Gomes, 2024).

Apesar de sua relevância, as populações de abelhas vêm apresentando um declínio alarmante em diversas regiões do planeta, resultado de pressões antrópicas como desmatamento, mudanças climáticas, perda de habitat, uso indiscriminado de agrotóxicos e expansão de monoculturas (Weber, 2019). Tais ameaças afetam não apenas a conservação da biodiversidade, mas também a estabilidade de sistemas produtivos que dependem diretamente da polinização para sua sustentabilidade. A redução desses polinizadores implica impactos em cascata, comprometendo redes tróficas, serviços ecossistêmicos e a economia agrícola (Faita et al., 2021).

Diante desse contexto, a pergunta norteadora deste estudo é: “**A partir da análise crítica da literatura científica, qual é o estado atual do conhecimento sobre as abelhas, considerando sua importância nos ecossistemas, os fatores que ameaçam sua sobrevivência e as lacunas existentes nas pesquisas, e como podem ser propostas abordagens inovadoras para sua proteção?**” Assim, espera-se compreender de forma mais aprofundada o papel ecológico e socioeconômico das abelhas e, a partir disso, apontar estratégias de conservação e preservação que possam ser incorporadas em iniciativas públicas e privadas voltadas à sustentabilidade ambiental. Essa reflexão é fundamental para garantir a continuidade dos serviços ecossistêmicos, a segurança alimentar e a manutenção da vida no planeta.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a conservação das abelhas como polinizadores essenciais, identificando os principais fatores que ameaçam suas populações e avaliando os impactos diretos e indiretos dessas ameaças na manutenção da biodiversidade e na estabilidade dos ecossistemas

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar a contribuição das abelhas na polinização.
- Avaliar o impacto das abelhas na biodiversidade.
- Identificar as ameaças às populações de abelhas.
- Analisar os efeitos do declínio das abelhas na segurança alimentar.
- Propor estratégias para a conservação das abelhas

3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Polinização e sua Importância Ecológica

A polinização representa um processo biológico essencial para a reprodução das plantas com flores, pois ela desempenha um papel essencial na manutenção da biodiversidade e na produtividade agrícola. Esse mecanismo consiste na transferência de grãos de pólen das estruturas reprodutoras masculinas para as femininas das flores, permitindo assim a fecundação e o subsequente desenvolvimento de frutos e sementes. Esse processo pode ocorrer por meio de fatores abióticos, como o vento e a água, ou por fatores bióticos, onde destacam-se especialmente os insetos, entre os quais as abelhas ocupam posição de destaque (Fontes, 2019; Braga et al., 2024).

A relação entre as abelhas e as plantas é marcada por uma coevolução que se estende por milhões de anos. Estima-se que esses insetos tenham surgido há cerca de 100 milhões de anos, em paralelo à evolução das angiospermas, estabelecendo uma parceria ecológica fundamental (Fontes, 2019). Ao se alimentarem do néctar e do pólen das flores, as abelhas realizam involuntariamente a polinização, promovendo a reprodução cruzada entre indivíduos da mesma espécie vegetal e garantindo maior variabilidade genética (Araújo; Guimarães, 2024). Além dessas recompensas tradicionais, as plantas oferecem recursos alternativos, como óleos, resinas e fragrâncias (compostos voláteis), que funcionam como atrativos ou recompensas diretas para grupos específicos de abelhas, evidenciando a complexidade das interações especializadas no mutualismo planta-polinizador (Raven et al., 2014). Essa interação ecológica não apenas beneficia as plantas, mas também assegura o equilíbrio dos ecossistemas e a sustentabilidade da produção de alimentos.

Cerca de 90% da flora nativa brasileira depende diretamente de polinizadores, sendo as abelhas responsáveis por grande parte desse serviço ecossistêmico (Barbosa et al., 2017). No contexto global, elas participamativamente da polinização de aproximadamente 70% das culturas agrícolas, sendo que algumas plantas apresentam dependência total desses insetos para sua reprodução (Silva; Júnior, 2022). Dentre as espécies de abelhas, destacam-se tanto as sociais, como a *Apis mellifera*, muito utilizada na apicultura, quanto as abelhas nativas sem ferrão, que possuem papel relevante na polinização de plantas silvestres e cultivadas (Fontes, 2019).

Além de sustentarem a diversidade vegetal, as abelhas atuam como bioindicadores ambientais, refletindo a qualidade do meio em que vivem (Silva; Júnior, 2022). Sua presença

em determinado ecossistema é sinal de equilíbrio ecológico, enquanto sua ausência pode representar alerta para impactos ambientais severos. A perda desses insetos, muitas vezes causada pela ação antrópica, como o uso indiscriminado de agrotóxicos, desmatamento e mudanças climáticas, pode comprometer não apenas a flora local, mas toda a cadeia trófica que dela depende (Barbosa et al., 2017; Fontes, 2019).

A polinização, nesse sentido, é considerada um dos mais valiosos serviços ecossistêmicos, com relevância ecológica, econômica e social. Seu valor estimado chega a bilhões de dólares anuais, ao garantir a produção agrícola, a regeneração de ecossistemas naturais e a segurança alimentar mundial (Araujo; Guimarães, 2024). No entanto, apesar de sua importância, esse serviço frequentemente é negligenciado nas políticas públicas e nas práticas agrícolas convencionais (Braga et al., 2024).

Assim, a conservação das abelhas e a valorização da polinização não devem ser encaradas apenas como uma questão ambiental, mas como uma estratégia essencial para o desenvolvimento sustentável. Preservar esses insetos é garantir a continuidade dos ecossistemas, a saúde ambiental e a segurança das futuras gerações.

3.2 Espécies mais comuns e sua atuação nos ecossistemas

As abelhas constituem um grupo altamente diverso, com aproximadamente 20 mil espécies descritas no mundo, das quais cerca de 3 mil ocorrem no Brasil, abrangendo desde formas solitárias até espécies sociais altamente organizadas (Imperatriz; Nunes, 2010). Essa diversidade reflete-se em diferentes estratégias de forrageamento, preferências alimentares e papéis ecológicos. Entre as espécies mais difundidas destaca-se *Apis mellifera*, introduzida nas Américas pelos colonizadores, que se tornou essencial para a polinização de culturas agrícolas, especialmente frutíferas e hortícolas, pelo seu comportamento generalista e capacidade de adaptação a variados ambientes (Souza; Evangelista, 2007). Além dela, espécies nativas como as do gênero *Melipona* – conhecidas como uruçu – e as *Tetragonisca angustula* (jataí) são amplamente utilizadas na meliponicultura e desempenham papel crucial na manutenção da biodiversidade em ecossistemas tropicais (Machado et al., 2025).

Entre as abelhas nativas da região Nordeste, em levantamentos realizados em meliponários educativos, foram identificadas 18 espécies em criação. As mais citadas incluíram: *Melipona subnitida*, *Melipona scutellaris*, *Melipona rufiventris*, *Plebeia sp* e

Melipona fasciculata (Vieira et al., 2021). A *Melipona mandacaia*, por sua vez, mostrou-se uma espécie predominante em estudos de nidificação realizados em áreas de Caatinga no município de Paulistana, Piauí, sendo o conhecimento sobre seu nicho ecológico, como a preferência por espécies arbóreas específicas, crucial para a conservação (Bendini et al., 2022).

Outro grupo relevante é representado pelas abelhas do gênero *Bombus* utilizadas especialmente no cultivo de solanáceas, como tomate, devido à sua capacidade de realizar polinização por vibração, processo indispensável para a frutificação de algumas espécies vegetais (Souza et al, 2007). As abelhas carpinteiras do gênero *Xylocopa*, conhecidas popularmente como **mamangavas** ou **mangangás** também são de grande importância para a polinização de plantas como o maracujá, por possuírem força e porte adequados para acessar estruturas florais complexas (Fonseca; Silva, 2010). A presença dessas abelhas nos ecossistemas, especialmente em áreas agrícolas, contribui para a produtividade de culturas dependentes de polinizadores, reforçando a necessidade de conservação dos habitats que sustentam suas populações.

Além das espécies sociais e generalistas, as abelhas solitárias também exercem papel fundamental nos ecossistemas. Em levantamentos realizados no sul goiano, observou-se a ocorrência de espécies como *Melitoma segmentaria* e representantes do gênero *Ceratina*, além de exemplares de *Euglossa* e tribos como Halictidae, as quais apresentam hábitos menos estudados, mas são essenciais para a polinização de determinadas plantas nativas (Cabral, 2022). Esse registro evidencia a relevância de abelhas com diferentes hábitos para a manutenção da diversidade vegetal, uma vez que espécies especializadas contribuem para a polinização de flores adaptadas a interações específicas.

O papel ecológico das abelhas vai além da manutenção da flora nativa: sua presença garante a estabilidade de redes tróficas e sustenta. Estudos em meliponários educativos, como o da Associação Doce Futuro, em Marília (SP), ilustram a importância da conservação e manejo de espécies nativas sem ferrão, incluindo *Scaptotrigona postica* (mandaguari), *Melipona mondury* (uruçu-amarela) e *Tetragonisca angustula* (jataí), que se destacam pela produção de mel e pela polinização eficiente (Machado et al., 2025). A integração dessas espécies em áreas reflorestadas demonstra que sua atuação está diretamente ligada à regeneração de ecossistemas degradados e à sustentabilidade agrícola.

3.3 A Importância das Abelhas para a Agricultura e a Segurança Alimentar

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial para a manutenção da biodiversidade e para a sustentabilidade da produção agrícola, assegurando a disponibilidade de alimentos para a população. Estima-se que cerca de 70% das espécies cultivadas pelo ser humano dependam desse processo, sendo as abelhas os polinizadores mais eficientes e amplamente distribuídos (Nascimento et al., 2013). Ao realizar a transferência de pólen, esses insetos garantem a fecundação das flores, resultando em frutos de maior qualidade e sementes viáveis, o que é determinante para a produtividade agrícola e, consequentemente, para a segurança alimentar.

O papel das abelhas na agricultura transcende a simples polinização, pois elas influenciam diretamente a economia e a estabilidade dos sistemas alimentares. Segundo Luccâs, et al. (2021), aproximadamente 35% da produção mundial de alimentos depende da polinização animal, sendo as abelhas responsáveis pela maior parte desse serviço. Essa interação reflete não apenas no incremento da produtividade, mas também na diversidade alimentar, atendendo aos objetivos globais de desenvolvimento sustentável. A ausência desses polinizadores comprometeria a oferta de alimentos e aumentaria os custos de produção, tornando a agricultura mais vulnerável e menos resiliente.

No Brasil, as abelhas sem ferrão desempenham papel fundamental na polinização de culturas agrícolas de relevância econômica, como frutas, legumes e grãos. Sua contribuição vai além da produção de mel, abrangendo benefícios diretos na qualidade dos alimentos e na manutenção dos ecossistemas agrícolas (Caetano et al., 2024). Essas espécies nativas apresentam alta eficiência na polinização de plantas tropicais, sendo indispensáveis para o equilíbrio ecológico e para a sustentabilidade das cadeias produtivas. A redução populacional dessas abelhas, causada por fatores como uso indiscriminado de agrotóxicos e desmatamento, representa um risco direto à segurança alimentar e à preservação da biodiversidade.

A importância econômica das abelhas é particularmente evidente no Piauí, um dos maiores produtores de mel orgânico do país. O mapeamento da flora apícola em áreas produtoras na Microrregião do Alto Médio Canindé revelou que as comunidades de apicultores localizadas em regiões com maior adensamento florístico apresentaram maior produtividade de mel. Esse estudo registrou 40 espécies vegetais de interesse apícola, sendo a família Fabaceae a mais representativa (Bendini et al., 2021). A maioria dessas plantas florescia nos meses de pico de produção de mel, indicando a estreita dependência da atividade com a floração local (Bendini et al., 2021).

A importância econômica das abelhas também é evidenciada em cultivos específicos. Estudos demonstram que a presença desses polinizadores aumenta significativamente a produtividade de culturas como soja, maçã, morango e canola (Fath, 2022). Em sistemas protegidos, como no cultivo orgânico de tomate, a utilização de polinizadores naturais resultou em frutos de melhor qualidade e maior número de sementes, chegando a um aumento de 26,5% em comparação com a polinização pelo vento (Alves, 2020). Esses dados indicam que a polinização adequada não apenas eleva os índices produtivos, mas contribui para a redução da dependência de insumos artificiais, alinhando-se aos princípios da agricultura sustentável.

Com tudo, a preservação das abelhas é essencial para garantir a segurança alimentar global. Sua atuação assegura a disponibilidade de alimentos variados, a qualidade nutricional e valor econômica, contribuindo para a criação de vínculo entre a biodiversidade e produção agrícola. A diminuição das ameaças que comprometem esses polinizadores deve ser uma prioridade em políticas públicas e práticas agrícolas, visando manter a funcionalidade dos ecossistemas e a segurança alimentar das populações.

3.4 Ameaças às Abelhas: Uso de agrotóxicos e pesticidas

O uso intensivo de agrotóxicos, consolidado no Brasil desde a chamada Revolução Verde, tem se mostrado um dos principais fatores de risco para a sobrevivência das abelhas. O modelo agrícola adotado, baseado em monoculturas e elevada dependência de insumos químicos, desencadeou um processo de degradação ambiental que afeta diretamente os polinizadores (Lopes et al., 2018). Esses compostos, embora destinados ao controle de pragas, apresentam efeitos colaterais significativos sobre organismos não alvo, como as abelhas, fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a produção agrícola.

Estudos evidenciam que os pesticidas podem causar tanto efeitos letais quanto subletais nas abelhas, comprometendo o funcionamento das colônias e a prestação de serviços ecossistêmicos. Substâncias como neonicotinoides, organofosforados e piretroides são apontadas como responsáveis por alterações comportamentais, desorientação durante o forrageamento, redução da fertilidade e até morte em massa de indivíduos (Eich, 2015). Além disso, há registros de contaminação de produtos derivados, como o mel, evidenciando que os impactos extrapolam o nível ecológico, atingindo também a saúde humana (Eich, 2015).

O risco associado ao uso desses compostos é ampliado pelo fato de que a agricultura moderna se tornou cada vez mais dependente da polinização animal. Aproximadamente 75% das culturas agrícolas globais dependem desse serviço, cuja valoração econômica atinge cifras bilionárias (Gomes, 2024). O declínio das populações de abelhas gera efeitos em cascata, comprometendo a produção de alimentos e a estabilidade das redes tróficas. A perda de um polinizador funcional em um sistema agrícola pode resultar na queda acentuada da produtividade e em desequilíbrios ecológicos de difícil reversão.

No contexto brasileiro, eventos de mortandade de abelhas associados ao uso irregular ou abusivo de agrotóxicos têm sido amplamente noticiados e analisados em estudos jurídicos e ambientais. A ausência de fiscalização efetiva e a aplicação inadequada de produtos, muitas vezes sem seguir as recomendações técnicas, figuram entre as principais causas apontadas (Weber, 2019). Esse cenário demonstra a necessidade urgente de regulamentação mais rigorosa e da responsabilização dos agentes envolvidos na cadeia produtiva, incluindo produtores rurais, fabricantes e o próprio Estado.

Os impactos negativos do uso de agrotóxicos não se restringem aos inseticidas. Herbicidas e fungicidas, frequentemente considerados inócuos às abelhas também têm mostrado efeitos crônicos e sutis sobre sua fisiologia e comportamento, contribuindo para a fragilização das colônias (Faita et al., 2021). A exposição contínua a esses compostos, associada à simplificação das paisagens agrícolas e à perda de habitats, intensifica o risco de extinção local e global desses polinizadores. Diante desse quadro, a aplicação do princípio da precaução, aliada ao incentivo de práticas agrícolas sustentáveis, torna-se imprescindível para assegurar a sobrevivência das abelhas e consequentemente, a segurança alimentar e o equilíbrio ecológico.

3.5 Impactos Causados na Diminuição das Abelhas

A diminuição das populações de abelhas representa uma das mais sérias ameaças à estabilidade ecológica e à segurança alimentar mundial. Esses insetos, considerados os principais agentes polinizadores, são responsáveis por garantir a reprodução de grande parte das plantas cultivadas e silvestres. O declínio de suas populações compromete diretamente a regeneração vegetal, a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas (Silva et al. 2022).

Conforme Fernandes e Pinto (2023), o decréscimo das populações de abelhas tem provocado consequências observáveis em todo o território brasileiro, afetando não apenas as espécies vegetais dependentes da polinização, mas também os ecossistemas que delas se

sustentam. A redução dos polinizadores interfere na renovação natural das florestas e compromete a capacidade de regeneração de ambientes degradados, ampliando os riscos de perda de biodiversidade.

Entre os impactos mais expressivos está a redução da produtividade agrícola, uma vez que cerca de 75% das espécies cultivadas dependem da polinização animal. A escassez de abelhas limita a fecundação das flores e reduz a formação de frutos e sementes, ocasionando perdas na produção e na qualidade dos alimentos (Caetano et al., 2024). Essa queda reflete-se diretamente na economia, pois afeta cadeias produtivas inteiras, elevando os custos agrícolas e ameaçando a insegurança alimentar. No contexto brasileiro, as regiões agrícolas e semiáridas, como a Caatinga, tornam-se especialmente vulneráveis, dada a dependência das culturas locais da polinização natural (Caetano et al., 2024)

Pires et al. (2016) observam que o declínio acentuado das colônias de abelhas no Brasil já tem causado prejuízos econômicos expressivos, principalmente nas regiões produtoras de frutas e grãos. A diminuição desses polinizadores leva à queda de produtividade e à necessidade de maior intervenção humana nos processos de polinização, o que eleva custos e compromete a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Do ponto de vista ecológico, a redução das populações de abelhas desestrutura redes tróficas e compromete a regeneração ambiental, uma vez que a reprodução de muitas plantas depende exclusivamente desses polinizadores. A diminuição da diversidade vegetal provoca uma reação em cadeia que afeta animais frugívoros e herbívoros, reduzindo a disponibilidade de alimento e habitat (Faita et al., 2021). Esse processo gera desequilíbrios nos ecossistemas e pode levar ao colapso de comunidades vegetais e animais, especialmente em biomas sensíveis como a Caatinga, onde as abelhas têm papel crucial na manutenção da flora adaptada ao clima semiárido (Bendini, J. N. et al.).

Ferreira (2013) destaca que a ausência de abelhas em áreas fragmentadas interfere diretamente nas redes de interação planta-polinizador, resultando na diminuição da diversidade de plantas dependentes e na instabilidade das comunidades vegetais. A quebra dessas interações ecológicas pode ocasionar a extinção local de espécies e reduzir drasticamente a variabilidade genética da flora nativa.

Além dos impactos ecológicos, a perda desses insetos afeta também dimensões econômicas e sociais, uma vez que produtos derivados da apicultura como, o mel, própolis e o pólen, possuem grande relevância comercial. A redução das abelhas ameaça a renda de

comunidades que dependem da apicultura e da meliponicultura, sobretudo no Nordeste, onde a atividade é fonte importante de subsistência (Lopes et al., 2018). A diminuição das abelhas sem ferrão, altamente adaptadas a culturas tropicais, acarreta a queda na produção de frutas e hortaliças, impactando diretamente a diversidade e o preço dos alimentos (Caetano et al., 2024).

De acordo com Morato e Campos (2000), a fragmentação de habitats e a consequente redução da disponibilidade de recursos florais e locais de nidificação têm sido determinantes para a diminuição das populações de abelhas na Amazônia Central. Os autores apontam que a perda de diversidade desses insetos está associada a uma menor eficiência na polinização e, portanto, à redução de espécies vegetais essenciais para a alimentação de outros organismos.

Um aspecto recente e preocupante relacionado ao declínio das abelhas é o impacto das radiações eletromagnéticas não ionizantes, provenientes de tecnologias como antenas de telefonia celular, redes Wi-Fi e equipamentos eletrônicos. Estudos apontam que essas radiações interferem nos mecanismos de orientação das abelhas, prejudicando sua capacidade de navegação e retorno à colmeia, o que pode causar o chamado Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC) (Silva et al., 2022). Esse fenômeno tem levado ao desaparecimento súbito de colônias inteiras, agravando o declínio das populações em diversas regiões do mundo.

A exposição contínua aos campos eletromagnéticos também está associada a alterações comportamentais, redução da longevidade e comprometimento da reprodução das abelhas. Esses efeitos, somados a fatores já conhecidos como o uso intensivo de agrotóxicos e a perda de habitat, configuraram um cenário de múltiplas ameaças que atuam de forma sinérgica, tornando a recuperação das populações ainda mais difícil (Silva et al., 2022; Faita et al., 2021). Assim, o declínio das abelhas deve ser compreendido como um fenômeno multifatorial, resultado da combinação entre degradação ambiental, poluição química e tecnológica, e mudanças climáticas.

Fernandes e Pinto (2023) enfatizam que o impacto do desaparecimento das abelhas não se restringe às esferas ecológicas e produtivas, mas repercute na estabilidade econômica e na segurança alimentar em escala nacional. Eles alertam que a falta de dados de longo prazo sobre as consequências do declínio desses insetos limita a compreensão plena dos efeitos futuros sobre os ecossistemas e sobre a economia rural.

Diante desse panorama, a redução das abelhas constitui um indicador do desequilíbrio ambiental provocado pelas ações humanas. Suas consequências ultrapassam o campo ecológico, alcançando dimensões sociais e econômicas. A mitigação desses impactos exige

políticas públicas voltadas à conservação dos polinizadores, o incentivo à agricultura sustentável, a redução do uso de agrotóxicos e o monitoramento dos efeitos da poluição eletromagnética sobre os ecossistemas. A preservação das abelhas é, portanto, essencial para assegurar a continuidade dos serviços ecossistêmicos, a estabilidade dos ecossistemas e a sobrevivência humana.

De modo geral, os estudos revisados reforçam que a preservação dos polinizadores deve ser tratada como prioridade estratégica em políticas ambientais e agrícolas. A manutenção das abelhas garante a integridade ecológica, o funcionamento das redes tróficas e a continuidade da produção de alimentos que sustentam a sociedade humana (Pires et al., 2016; Fernandes; PINTO, 2023).

3.6 Os Benefícios da Preservação das Abelhas

A preservação das abelhas representa um dos pilares fundamentais para a manutenção da vida no planeta. A sobrevivência desses polinizadores traz benefícios diretos e indiretos que se estendem por dimensões ecológicas, econômicas e sociais, assegurando o equilíbrio dos ecossistemas e a sustentabilidade das atividades humanas. Quando as populações de abelhas são conservadas, há um fortalecimento dos processos naturais de regeneração vegetal, da estabilidade alimentar e do desenvolvimento econômico rural (silva & Ferrarezi, 2022).

Segundo Fernandes e Pinto (2023), a conservação das abelhas promove não apenas a continuidade dos serviços ecossistêmicos, mas também garante estabilidade às cadeias produtivas agrícolas. Esses autores destacam que o declínio populacional desses insetos gera impactos que ultrapassam o campo ambiental, afetando diretamente a economia e a segurança alimentar. Assim, sua preservação constitui um fator determinante para o equilíbrio entre produção agrícola e conservação da biodiversidade.

Do ponto de vista ecológico, as abelhas garantem a manutenção da biodiversidade, pois promovem a reprodução de milhares de espécies de plantas, tanto silvestres quanto cultivadas. Esse processo assegura a renovação constante da vegetação, a oferta de alimento e abrigo para outros organismos e a estabilidade das redes tróficas (Faita et al., 2021). Em biomas como a Caatinga, onde as condições climáticas são severas, a presença de abelhas é essencial para a regeneração natural da flora nativa, que por sua vez sustenta diversas espécies animais adaptadas ao semiárido (Faita et al., 2021).

Estudos como o de Ferreira (2013) reforçam que a presença contínua de abelhas em ambientes naturais contribui para a conectividade ecológica entre fragmentos florestais, garantindo o fluxo gênico entre populações vegetais e a manutenção das interações planta-polinizador. Essa dinâmica é fundamental para evitar o empobrecimento genético das comunidades vegetais, o que assegura maior resiliência ambiental frente a distúrbios climáticos e antrópicos.

Sob a perspectiva econômica, a conservação das abelhas favorece a produtividade agrícola e reduz a dependência de insumos artificiais. Cultivos que contam com polinização adequada apresentam maior rendimento, melhor qualidade dos frutos e incremento na diversidade de alimentos disponíveis (Caetano et al., 2024). Essa contribuição tem reflexos diretos na economia rural, uma vez que o aumento da produtividade fortalece as cadeias alimentares e impulsiona o desenvolvimento local. Além disso, as abelhas geram produtos de alto valor comercial, como mel, cera, própolis e pólen, que movimentam o setor apícola e oferecem alternativas sustentáveis de renda para comunidades do semiárido (Lopes et al., 2018).

Fernandes e Pinto (2023) ressaltam que a preservação das abelhas também está relacionada à sustentabilidade econômica de longo prazo, visto que a dependência da polinização animal afeta diretamente o desempenho de setores agrícolas estratégicos. A redução desses polinizadores representa riscos à produtividade e à estabilidade dos ecossistemas, enquanto sua conservação mantém o equilíbrio das funções ecológicas e garante a continuidade da oferta de alimentos.

Há também benefícios ambientais e sociais associados à conservação das abelhas. Ecologicamente, sua presença atua como um indicador de qualidade ambiental, pois ambientes equilibrados favorecem a manutenção das colônias e a diversidade de espécies (Faita et al., 2021). Socialmente, o fortalecimento da apicultura e da meliponicultura promove inclusão produtiva e contribui para o desenvolvimento sustentável, principalmente em comunidades tradicionais e rurais. Essas atividades podem ser associadas à educação ambiental, à pesquisa e à agroecologia, fortalecendo práticas de manejo compatíveis com a conservação da natureza (Silva et al., 2022).

Ferreira (2013) observa que a presença de abelhas em ecossistemas fragmentados pode servir como indicador da integridade ambiental local. Ambientes que mantêm diversidade significativa de abelhas tendem a apresentar maior estabilidade ecológica e maior capacidade

de regeneração da vegetação. Da mesma forma, Maués e Oliveira (2010) destacam que a preservação de habitats contínuos e a criação de corredores ecológicos são estratégias essenciais para garantir a permanência desses polinizadores e o funcionamento das redes tróficas associadas.

Ao garantir a continuidade das abelhas, assegura-se a resiliência dos ecossistemas e a segurança alimentar global. A presença desses insetos mantém o equilíbrio ecológico e a produtividade agrícola, reduz a vulnerabilidade dos sistemas alimentares e amplia a capacidade de recuperação ambiental frente às mudanças climáticas. Preservar as abelhas, portanto, é preservar a vida: sua permanência é condição indispensável para a estabilidade ecológica, a prosperidade econômica e o bem-estar das futuras gerações.

Pires et al. (2016) complementam que a manutenção das populações de abelhas é uma estratégia vital para prevenir o colapso de ecossistemas agrícolas, uma vez que a ausência desses polinizadores impacta negativamente a reprodução de plantas cultivadas e silvestres. Dessa forma, políticas de conservação voltadas à proteção de habitats e à redução do uso de agroquímicos são imprescindíveis para assegurar os benefícios múltiplos que as abelhas proporcionam à sociedade e ao meio ambiente.

3.7 Perda e Fragmentação de Habitat

A perda e a fragmentação de habitats naturais figuram entre as principais causas do declínio das populações de abelhas e demais polinizadores, afetando de maneira significativa a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. O desmatamento e a conversão de áreas florestais para agricultura e pecuária resultam na redução de ambientes contínuos, transformando-os em pequenas manchas isoladas, o que compromete a dinâmica ecológica das espécies (Maués & Oliveira, 2010).

Esse processo é particularmente crítico no bioma Caatinga, cuja biodiversidade é constantemente ameaçada por ações antrópicas, especialmente o desmatamento, que impacta diretamente os nichos ecológicos das abelhas (Bendini et al., 2022). Em um estudo realizado no município de Paulistana, Piauí, o inventário de locais de nidificação de abelhas nativas (Meliponina) em áreas de Caatinga identificou 72 ninhos de cinco espécies, sendo a *Melipona mandacaia* a predominante. Os ninhos estavam presentes em quatro espécies arbóreas, sendo a *Commiphora leptophloeos* (imburana de cheiro) a mais utilizada. Isso demonstra que a remoção

de espécies arbóreas específicas, preferidas pelas abelhas para nidificação, fragiliza a população desses polinizadores e a sua sobrevivência no bioma (Bendini et al., 2022).

Esse processo modifica padrões de distribuição espacial, altera microclimas e reduz a disponibilidade de recursos florais e locais de nidificação, essenciais para a manutenção de abelhas e demais polinizadores (Ferreira, 2013). A fragmentação influencia negativamente as interações planta-polinizador, podendo levar à redução da diversidade e à instabilidade das redes de interação, visto que espécies especialistas tendem a desaparecer, permanecendo apenas generalistas (Ferreira, 2013).

Estudos realizados na Amazônia central mostram que, embora algumas espécies de vespas e abelhas possam adaptar-se a áreas abertas e fragmentos menores, a diversidade e abundância são significativamente maiores em florestas contínuas. Abelhas florestais são mais sensíveis à fragmentação do que vespas, indicando que esses polinizadores apresentam menor capacidade de colonização em ambientes alterados (Morato & Campos, 2000).

Além da perda direta de habitat, a intensificação agrícola e o uso de agrotóxicos agravam a situação, comprometendo recursos alimentares e aumentando a vulnerabilidade das espécies. Essa realidade é apontada como uma das principais causas do declínio global de abelhas, junto com as mudanças climáticas (Fernandes & Pinto, 2023). No Brasil, a fragmentação de habitats naturais é destacada como um dos fatores mais críticos para a redução populacional de abelhas, com consequências diretas para a polinização e a produção agrícola (Pires et al., 2016).

A compreensão desses impactos é fundamental para orientar estratégias de conservação. Tais estratégias devem incluir a preservação de remanescentes florestais, a criação de corredores ecológicos, a diversificação da paisagem agrícola e a redução do uso de agroquímicos, visando mitigar os efeitos negativos da fragmentação sobre polinizadores e manter a funcionalidade dos ecossistemas (Ferreira, 2013; Maués & Oliveira, 2010).

3.8 Políticas e ações governamentais para a preservação das abelhas no Brasil

O Brasil tem adotado iniciativas legais e programáticas para a conservação das abelhas e de outros insetos polinizadores. Um dos principais instrumentos é o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores (PAN-IP), aprovado pela Portaria ICMBio nº 1.145, de 5 de dezembro de 2022. A norma estabelece: “Art. 2º: Aprovar o Plano de Ação

Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores Ameaçados de Extinção (PAN Insetos Polinizadores), com vigência de cinco anos” (ICMBio, 2022, p. 1). Esse plano prevê a execução de 71 ações estratégicas voltadas para reduzir o risco de extinção das espécies ameaçadas e manter os serviços ecossistêmicos de polinização (ICMBio, 2022).

Outra norma importante é a Instrução Normativa nº 2/2017 do Ibama, que define critérios para avaliação de risco ambiental de agrotóxicos com foco em polinizadores. O documento dispõe: “Art. 1º: Esta Instrução Normativa estabelece diretrizes, requisitos e procedimentos para avaliação dos riscos de ingrediente(s) ativo(s) de agrotóxico(s) para insetos polinizadores” (Ibama, 2017, p. 1). Essa regulamentação tem como objetivo reduzir a exposição das abelhas a substâncias tóxicas, alinhando-se a protocolos internacionais de proteção.

Em 2024, o Ibama publicou atualização referente à reavaliação de substâncias como o tiameksam, destacando em nota técnica que essa medida foi necessária “para proteger abelhas e outros insetos polinizadores, tendo em vista evidências científicas de impactos adversos” (Ibama, 2024, p. 1).

No âmbito do Conama, foi editada resolução que define normas técnicas para o resgate de colônias de abelhas nativas sem ferrão em áreas onde há supressão de vegetação. O texto estabelece: “O resgate deve ser realizado por equipe técnica especializada, garantindo a manutenção das colônias e seu destino adequado” (Conama, 2023, p. 1). Essa medida busca assegurar a conservação de espécies nativas durante atividades de manejo e desmatamento legalmente autorizadas.

Outra política destacada é o Projeto Poli-LAC, coordenado pelo Ministério da Agricultura, que visa “fortalecer a proteção e o manejo sustentável dos polinizadores no contexto da agricultura sustentável” (mapa, 2025, p. 1). Essa iniciativa atua na promoção de boas práticas agrícolas e no incentivo à integração entre produção e conservação em culturas estratégicas, como café, cacau e soja.

Por fim, merece menção o protocolo de cooperação firmado entre o CNPq e a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (A.B.E.L.H.A.), que tem como objetivo “promover pesquisas e difundir informações científicas para subsidiar políticas públicas e estratégias de conservação” (CNPq, 2016, p. 1). Essa articulação visa fortalecer a base científica necessária para o manejo sustentável e a preservação dos polinizadores no Brasil.

3.9 Conservação da Biodiversidade da Caatinga

A Caatinga, por ser o único bioma exclusivamente brasileiro, abriga uma biodiversidade singular adaptada às condições do semiárido. Entre os organismos de maior relevância para a manutenção ecológica encontram-se as abelhas, responsáveis pela polinização de inúmeras espécies vegetais que garantem a perpetuação da flora e, consequentemente, da fauna associada. A disponibilidade de recursos florais, como néctar, pólen, óleos e resinas, desempenha papel determinante na sobrevivência desses insetos, especialmente em períodos de estiagem, quando a oferta alimentar se torna restrita. Nesse sentido, a conservação da vegetação nativa da Caatinga é essencial para a manutenção das comunidades de abelhas, sendo o reflorestamento e a diversificação do pasto apícola estratégias fundamentais para assegurar a resiliência dos polinizadores frente às condições adversas do semiárido (Guimarães, 2018).

A manutenção da integridade da Caatinga é vital para a atividade econômica do Piauí, que se destaca como um grande produtor de mel orgânico. A produtividade e a sustentabilidade da apicultura estão diretamente ligadas ao adensamento e manejo da flora nativa, que fornece os recursos apícolas essenciais (Bendini et al., 2021). No entanto, a biodiversidade da Caatinga está constantemente ameaçada pelas ações antrópicas, especialmente o desmatamento. A destruição da vegetação nativa tem o efeito direto de impactar os nichos ecológicos das abelhas, comprometendo a disponibilidade de recursos e, criticamente, os locais de nidificação, como demonstrado pela preferência da *Melipona mandacaia* pela árvore *Commiphora leptophloeos* (Bendini et al., 2022).

As interações entre plantas e abelhas evidenciam a interdependência entre os dois grupos. Grande parte das espécies vegetais da Caatinga depende diretamente da polinização realizada pelas abelhas para sua reprodução, de modo que a redução das populações desses insetos compromete a regeneração natural da vegetação. A perda dos polinizadores, portanto, ameaça a estabilidade do ecossistema como um todo, fragilizando cadeias tróficas e diminuindo a capacidade de recuperação ambiental após distúrbios (Bendini et al, 2021). Essa relação reforça que a proteção das abelhas não é apenas uma questão de preservação da fauna, mas um requisito indispensável para a conservação do bioma.

A apifauna da Caatinga apresenta características que a tornam ainda mais relevante em termos de conservação. Zanella e Martins (2003) registraram 187 espécies de abelhas distribuídas em 77 gêneros, das quais 32% são endêmicas. Além disso, a diversidade beta é marcante, indicando que diferentes localidades do bioma abrigam espécies exclusivas. Esses

dados evidenciam a importância de preservar áreas distintas da Caatinga, pois cada região contribui de maneira única para a composição da diversidade. No entanto, as pressões antrópicas, como o desmatamento, a desertificação e a intensificação do uso do solo, têm colocado em risco esse patrimônio biológico, apontando para a necessidade urgente de ações efetivas de conservação.

Outro aspecto relevante é que as abelhas da Caatinga não oferecem apenas benefícios ecológicos, mas também desempenham funções econômicas e sociais ao prestarem serviços ecossistêmicos fundamentais. A polinização realizada por esses insetos contribui diretamente para a produção agrícola, assegurando alimentos e renda para comunidades locais. Essa dimensão evidencia que a conservação das abelhas deve ser entendida também como uma estratégia de desenvolvimento sustentável, integrando políticas públicas, práticas produtivas adequadas e iniciativas comunitárias (Bendini et al, 2021). Dessa forma, o fortalecimento de práticas agroecológicas, o estímulo à meliponicultura e a promoção da educação ambiental surgem como alternativas para aproximar a conservação da biodiversidade da realidade das populações que habitam o semiárido.

Assim, a conservação da biodiversidade da Caatinga, especialmente no que diz respeito às abelhas, exige a articulação entre ações de manejo da vegetação nativa, implementação de políticas públicas voltadas à proteção de polinizadores e envolvimento das comunidades locais em práticas sustentáveis. Considerando a relevância ecológica, econômica e social desses insetos, sua preservação representa não apenas a manutenção da diversidade biológica, mas também a garantia de equilíbrio e sustentabilidade para um dos biomas mais ameaçados do Brasil.

3.10 Abelhas e Educação Ambiental

A inserção das abelhas nas práticas de educação ambiental tem se mostrado uma estratégia eficaz para despertar a conscientização ecológica em crianças e jovens. Experiências com meliponicultura didática, como a realizada em João Pessoa-PB, demonstraram que atividades teórico-práticas, incluindo observação de colônias de abelhas sem ferrão, ampliam significativamente o conhecimento dos estudantes sobre esses insetos e sua importância para a

polinização. A vivência direta, associada a palestras e questionários aplicados antes e depois das atividades, revelou que, além de despertar curiosidade, a abordagem promoveu mudanças efetivas na percepção sobre a relevância das abelhas para o equilíbrio ambiental (Lacerda et al., 2018).

A educação ambiental tem um papel central nas ações de conservação, sendo o meliponário didático uma ferramenta eficaz. O projeto de extensão universitária na Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Picos, visa a sensibilização de crianças e jovens, estudantes da educação básica do semiárido piauiense, sobre a importância das abelhas nativas (Bendini et al., 2020). Essa metodologia envolve uma aula teórica seguida da observação das abelhas em atividade no meliponário. A iniciativa é considerada uma estratégia eficaz para a construção de uma relação sustentável com esses insetos (Bendini et al., 2020). A importância dessas ações é reforçada pelo mapeamento que identificou 20 meliponários educativos na região Nordeste, com 75% sendo mantidos por iniciativa individual, destacando a necessidade de apoio a essas iniciativas para a conservação das 18 espécies de abelhas mais criadas (Vieira et al., 2021).

Apesar de sua relevância, uma análise em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio revelou que apenas 60% dos livros conceituaram a polinização e 30% destacaram as abelhas como os principais polinizadores. O tema do “desaparecimento das abelhas” apareceu em apenas 30% dos materiais analisados, indicando a necessidade de ampliar as discussões sobre a diversidade e importância desses insetos no material didático (Vieira et al., 2021).

Na mesma perspectiva, Magalhães (2024) destaca, em sua revisão bibliográfica, que as abelhas sem ferrão representam ferramentas pedagógicas valiosas para a Educação Ambiental, pois permitem práticas interdisciplinares que unem teoria e prática em diferentes níveis de ensino. Segundo a autora, a utilização desses insetos em contextos educativos potencializa a formação de cidadãos críticos e engajados na conservação da biodiversidade, ainda que haja uma lacuna na implementação dessas práticas em algumas regiões do país. Ela ressalta a necessidade de maior investimento em formação docente e no desenvolvimento de metodologias que fortaleçam a ligação entre educação, ciência e sustentabilidade.

Outro exemplo relevante foi o projeto “O Despertar para as Abelhas”, realizado com estudantes do ensino fundamental no Rio Grande do Norte. A iniciativa integrou diferentes etapas, incluindo questionários diagnósticos, aulas de campo e exibição de material audiovisual, como o filme *Bee Movie*. Os resultados evidenciaram uma ampliação significativa do

conhecimento dos alunos acerca da ecologia das abelhas, especialmente das espécies sem ferrão, além de despertar maior interesse e sensibilização para a conservação ambiental. Essas práticas mostraram que a escola é um espaço privilegiado para estimular novos valores sociais e ecológicos, fundamentais para o enfrentamento da crise ambiental (Leite et al., 2016).

A interdisciplinaridade também se apresenta como elemento central na relação entre educação ambiental e conservação das abelhas. Silva et al. (2022) defendem que a abordagem interdisciplinar nas escolas, integrando conteúdos de biologia, física e tecnologia, pode ampliar a compreensão dos estudantes sobre o declínio dos polinizadores. Ao relacionar o impacto das radiações eletromagnéticas ao desaparecimento das abelhas, por exemplo, os autores ressaltam como a educação ambiental crítica possibilita aos jovens conectar ciência, sociedade e ética. Esse processo estimula reflexões sobre práticas sustentáveis e sobre a responsabilidade coletiva na preservação da vida.

Experiências realizadas na Bahia com estudantes do ensino fundamental demonstraram que o contato com colônias de meliponíneos em sala de aula, aliado a dinâmicas lúdicas e palestras, favorece a sensibilização e o desenvolvimento de atitudes de cuidado ambiental. Atividades como a simulação do equilíbrio de ecossistemas e a observação direta de ninhos de abelhas sem ferrão contribuíram para desmistificar a ideia de que esses insetos são perigosos e mostraram seu papel essencial na regeneração da vegetação nativa e na manutenção dos ecossistemas. Tais práticas reforçam o potencial das abelhas como instrumentos de educação ambiental e como agentes catalisadores de mudanças comportamentais em prol da sustentabilidade (Silva, 2021).

4. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem de pesquisa qualitativa, pautada na metodologia de revisão de literatura. O principal objetivo metodológico foi analisar, de forma crítica e sistemática, o conhecimento científico e as políticas públicas existentes sobre a conservação das abelhas. A pesquisa foi guiada pela questão norteadora: “A partir da análise crítica da literatura científica, qual é o estado atual do conhecimento sobre as abelhas, considerando sua importância nos ecossistemas, os fatores que ameaçam sua sobrevivência e as lacunas existentes nas pesquisas, e como podem ser propostas abordagens inovadoras para sua proteção?”

Os critérios de escolha dos artigos utilizados na análise basearam-se na relevância temática, atualidade e rigor científico das produções. Foram priorizados estudos publicados em periódicos reconhecidos, com abordagem direta sobre a conservação das abelhas, sua importância ecológica e econômica, bem como as ameaças ambientais que comprometem suas populações. Também foram considerados os trabalhos que apresentavam dados empíricos, análises comparativas ou reflexões teóricas consistentes acerca da polinização e da manutenção da biodiversidade.

A revisão foi conduzida por meio de uma análise qualitativa e exploratória, com base em artigos científicos selecionados de forma criteriosa, levando em consideração sua relevância temática e atualidade. O processo envolveu a leitura, interpretação e síntese crítica dos conteúdos, de modo a compreender as contribuições teóricas sobre a importância ecológica das abelhas, os fatores que ameaçam suas populações e as estratégias de conservação. Ao todo foram analisados 52 trabalhos acadêmicos, entre artigos científicos, dissertações e documentos técnicos provenientes de bases como SciELO, Google Acadêmico, sites Universitários e portais oficiais do Governo Federal. Entre essas fontes institucionais, destacam-se os conteúdos disponibilizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e por outros departamentos governamentais relacionados à conservação ambiental e à sustentabilidade.

Após a leitura integral e a avaliação crítica do conteúdo, 40 artigos foram selecionados para compor efetivamente a base teórica da pesquisa, uma vez que atenderam de forma mais precisa aos objetivos propostos e abordaram com profundidade as temáticas relacionadas à polinização, biodiversidade, ameaças ambientais e estratégias de conservação das abelhas. Essa seleção rigorosa assegurou que o estudo fosse construído sobre fundamentos científicos sólidos,

permitindo uma análise integrada e crítica do papel das abelhas como polinizadores essenciais e das implicações do seu declínio para a estabilidade dos ecossistemas e a segurança alimentar.

Além desses critérios, a escolha final dos trabalhos utilizados nesta pesquisa deveu-se à qualidade metodológica e à profundidade analítica que apresentavam. Optou-se por priorizar estudos que não apenas descreviam o problema do declínio das abelhas, mas que também apresentavam dados quantitativos e qualitativos consistentes, análises comparativas e proposições de soluções fundamentadas cientificamente. Esses trabalhos demonstraram maior rigor na coleta e interpretação dos dados, utilizando metodologias claras e reproduzíveis, o que garantiu confiabilidade às conclusões.

Outro ponto relevante no processo de seleção foi a priorização de literaturas recentes, especialmente publicações dos últimos dez anos, considerando que o declínio das abelhas e suas implicações ecológicas configuraram um tema de crescente urgência e atualidade. Embora tenham sido consultadas algumas referências clássicas, a maior parte dos trabalhos analisados corresponde a pesquisas contemporâneas, que refletem as condições ambientais e os desafios mais recentes enfrentados pelas populações de abelhas. Essa escolha reforça o compromisso do estudo com a atualização científica e com a compreensão das demandas atuais de conservação. A seleção do material foi feita a partir da busca por produções científicas que abordassem aspectos relacionados à ecologia, conservação e biodiversidade, utilizando como critérios de inclusão a relação direta com o tema e a fundamentação científica consolidada. Foram excluídos textos sem base empírica ou que não apresentavam dados relevantes à temática central.

As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: abelhas, polinização, biodiversidade, conservação, preservação e Caatinga escolhidas por refletirem os principais eixos de investigação e permitirem a construção de uma visão ampla e integrada sobre o papel das abelhas na manutenção dos ecossistemas.

A coleta de dados bibliográficos foi realizada em duas etapas descritas a seguir:

No primeiro momento, foi feito o levantamento em bases de dados acadêmicas. A busca por artigos, dissertações e outros documentos científicos foi conduzida principalmente nas plataformas Google Acadêmico e SciELO (Scientific Electronic Library Online). A escolha dessas bases se justifica por seu amplo acervo e rigor científico, assegurando a seleção de fontes de alta relevância para o tema. A estratégia de busca utilizou combinações de palavras-chave, como conservação de abelhas, ameaças aos polinizadores, agrotóxicos e abelhas, fragmentação de habitat, políticas ambientais e educação ambiental.

No segundo momento, foi feita a consulta a fontes governamentais. Para complementar a análise do conhecimento científico, foram consultados os sites oficiais do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Essa etapa permitiu a análise de documentos oficiais, legislações, planos de ação e dados que refletem a atuação do Estado em relação ao tema.

Após a coleta, o material foi submetido a uma análise documental e de conteúdo. Foram identificadas e sintetizadas as principais ideias, argumentos e evidências apresentadas nas fontes selecionadas. As informações foram categorizadas tematicamente, o que permitiu a estruturação do trabalho em tópicos específicos, abordando a importância das abelhas, as ameaças a elas e as estratégias de conservação.

O estudo foi conduzido com o compromisso ético de integridade acadêmica, garantindo que todas as fontes consultadas fossem devidamente referenciadas, conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para a devida atribuição de crédito aos autores e a prevenção de plágio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão dos trabalhos confirma de forma geral a relevância das abelhas como principais agentes polinizadores, tanto em ecossistemas naturais quanto agrícolas. Estima-se que cerca de 75% das espécies de plantas cultivadas no mundo dependam em algum grau da polinização animal, sendo as abelhas os polinizadores mais eficientes devido à diversidade de espécies, comportamento por procura e constância floral (Araújo; Guimarães, 2024; Silva; Ferrarezi Junior, 2022). Essa contribuição é essencial para a manutenção da biodiversidade, a regeneração da flora e a segurança alimentar humana, pois a ausência desses insetos pode comprometer cadeias alimentares inteiras e reduzir a produção agrícola (Ferreira 2013; Martins, 2024).

No contexto agrícola, as pesquisas apontaram que a presença de abelhas aumenta tanto a produtividade quanto a qualidade dos frutos. Alves (2020) demonstrou que em cultivos orgânicos de tomate em áreas urbanas onde a visitação de abelhas elevou a produção e melhorou a qualidade dos frutos, evidenciando a importância econômica desses insetos para a agricultura sustentável. De modo simultâneo os estudos destacaram ainda que a atividade apícola contribui para a economia rural por meio da produção de mel, própolis e derivados, representando fonte de renda para pequenos produtores e comunidades tradicionais (Fontes, 2019).

Nos ecossistemas naturais, o papel das abelhas é igualmente estratégico. Como por exemplo na Caatinga onde a literatura demonstrou que cerca de 32% das espécies registradas são endêmicas, com forte dependência da flora nativa para sua sobrevivência (Zanella; Martins, 2003). Além disso, a flora da região fornece recursos críticos como néctar, pólen e resinas, fundamentais para a manutenção da apifauna durante o período de estiagem (Guimarães 2028). A conservação desses ambientes é, portanto, indispensável não apenas para a biodiversidade local, mas também para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que beneficiam diretamente a sociedade.

Apesar dessa importância, uma lacuna recorrente identificada nos artigos é a ausência de dados econômicos específicos para o Brasil. Muitos estudos recorrem a estimativas globais que não refletem as particularidades regionais, o que limita a formulação de políticas públicas eficazes de conservação e manejo sustentável da apicultura. Essa limitação reforça a necessidade de ampliar pesquisas que quantifiquem a valoração econômica da polinização em escala nacional e regional.

A análise dos artigos ainda apontou que os principais fatores de ameaça às abelhas estão relacionados às atividades humanas, em especial o uso intensivo de agrotóxicos, a perda e fragmentação dos habitats e a expansão das monoculturas. O impacto dos pesticidas, sobretudo dos neonicotinoides, é amplamente relatado como causa de efeitos letais e subletais, comprometendo a sobrevivência das colônias e afetando o comportamento, a capacidade de orientação e a reprodução dos indivíduos (Lopes et al., 2018; Eich, 2015). Essa ameaça é potencializada pela falta de monitoramento rigoroso e pela dificuldade em controlar o uso indiscriminado dessas substâncias.

A fragmentação dos habitats representa outro desafio crítico. A substituição de ecossistemas nativos por áreas agrícolas homogêneas onde reduz a diversidade de recursos florais, comprometendo a interação entre plantas e polinizadores e tornando as espécies mais vulneráveis (Maués; Oliveira, 2010; Ferreira, 2013). Estudos apontaram ainda que essa perda de conectividade entre fragmentos compromete a manutenção das redes ecológicas, afetando diretamente a adaptação dos ecossistemas (Faita et al., 2021).

No caso da Caatinga, além do desmatamento e da degradação da vegetação, a desertificação surge como ameaça significativa, intensificada pelas mudanças climáticas e pelo manejo inadequado dos recursos naturais. A redução da diversidade vegetal impacta diretamente a disponibilidade de recursos para as abelhas, diminuindo sua capacidade de sobrevivência (Faita et al., 2021). Apesar da gravidade do cenário, poucos estudos exploram de maneira aprofundada os efeitos das mudanças climáticas sobre a apifauna do semiárido, o que representa uma lacuna importante na literatura.

Outro aspecto observado é a introdução de espécies exóticas, como a *Apis mellifera*, que pode competir com espécies nativas por recursos e alterar a dinâmica das interações ecológicas (Fath, 2022; Caetano et al., 2024). Essa questão, embora relevante, aparece de forma superficial na maior parte dos artigos, indicando a necessidade de mais pesquisas específicas sobre os impactos dessa espécie.

Os estudos revisados reforçam o papel estratégico das abelhas na agricultura e na economia. A polinização, enquanto serviço ecossistêmico, contribui diretamente para o aumento da produtividade e da qualidade de diversos cultivos de importância comercial (Araújo; Guimarães, 2024; Fath, 2022). Entretanto, verificou-se que a valoração econômica desse serviço ainda é limitada, especialmente no Brasil, onde há escassez de dados sistematizados que quantifiquem essa contribuição em diferentes cadeias produtivas.

Além da polinização agrícola, a atividade apícola é destacada como fonte de renda e de desenvolvimento sustentável. A produção de mel, própolis e derivados fortalece a economia rural, representando alternativa de diversificação econômica para pequenos produtores (Fontes, 2019). No contexto da Caatinga, a meliponicultura com espécies nativas sem ferrão aparece como estratégia promissora, associando conservação biológica com geração de renda em comunidades locais. Contudo, observa-se que os artigos ainda não exploram de maneira suficiente as potencialidades dessa prática, tampouco políticas públicas de incentivo específicas para o semiárido.

Essa lacuna é significativa, pois o fortalecimento da meliponicultura poderia ampliar a conservação dos polinizadores ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento regional. Por tanto recomenda-se, que estudos futuros abordem de forma mais abrangente as interfaces entre apicultura, meliponicultura, sustentabilidade e economia local, especialmente em biomas vulneráveis.

As análises mostram que, nos últimos anos, houve avanços no estabelecimento de medidas regulatórias voltadas à conservação das abelhas e dos polinizadores em geral. Como por exemplo o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores (PAN-IP) que representa um marco, ao propor 71 ações destinadas à mitigação de ameaças, conservação de habitats e promoção de pesquisas (ICMBio, 2022). Do mesmo modo, a Instrução Normativa nº 02/2017 do Ibama onde instituiu diretrizes para avaliação de riscos de agrotóxicos aos polinizadores (Ibama, 2017), e o Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu normas para resgate e manejo adequado de colônias durante atividades de supressão de vegetação (Conama, 2023).

Apesar desses avanços normativos, os artigos indicam limitações significativas como por exemplo a ausência de mecanismos eficazes de monitoramento da execução do PAN-IP, bem como a falta de indicadores públicos que permitam avaliar sua efetividade. Além disso, as políticas analisadas não contemplam de maneira adequada os impactos das mudanças climáticas sobre os polinizadores, tema crítico especialmente para biomas frágeis como a Caatinga. Essa ausência revela uma lacuna entre a formulação de normas e sua aplicação prática. Outro ponto pouco explorado é a inexistência de políticas públicas específicas voltadas para a realidade socioambiental do semiárido brasileiro. Embora a importância ecológica das abelhas na Caatinga seja amplamente reconhecida, não foram identificadas iniciativas governamentais consistentes direcionadas à conservação desse bioma. Isso reforça a necessidade de maior articulação entre ciência e políticas públicas.

A revisão da literatura indica avanços importantes no reconhecimento da importância das abelhas, mas também revela lacunas significativas que dificultam a implementação de estratégias efetivas de conservação. A ausência de dados econômicos detalhados sobre a valoração da polinização no Brasil limita a formulação de políticas de incentivo e compensação aos produtores. Além disso, poucos estudos investigam os impactos das mudanças climáticas sobre os polinizadores, em especial em ecossistemas semiáridos, como a Caatinga, que apresenta elevada vulnerabilidade.

Outro ponto crítico é a escassez de pesquisas de longo prazo, que poderiam fornecer informações mais consistentes sobre a dinâmica populacional das abelhas e suas interações com o ambiente. Também se observa insuficiência de estudos integrando aspectos ecológicos e socioeconômicos, o que dificultaria a proposição de soluções sustentáveis. No caso específico da Caatinga, os trabalhos analisados evidenciam a importância da flora nativa para a manutenção da apifauna, mas não avançam em propostas de manejo territorial que garantam a sustentabilidade dessas interações.

Essas lacunas reforçam a necessidade de políticas intersetoriais, que aliem conservação ambiental, incentivo à meliponicultura e educação ambiental. Estratégias de monitoramento contínuo, associadas à maior transparência nos resultados das ações governamentais, são indispensáveis para a efetividade das medidas propostas.

Os artigos dedicados à interface entre abelhas e educação ambiental apontam que esses insetos são ferramentas pedagógicas eficazes para a sensibilização da sociedade em relação à conservação da biodiversidade. Experiências em escolas demonstraram que a utilização de meliponários didáticos e atividades práticas ampliou o conhecimento sobre a biologia das abelhas sem ferrão e fortaleceu valores ambientais entre estudantes (Lacerda et al., 2018; Silva, 2021). Outras práticas, como aulas de campo, exibição de filmes e debates, também mostraram impacto positivo na mudança de percepção dos alunos quanto ao desaparecimento das abelhas (Leite et al., 2016).

A literatura revisada demonstra ainda o potencial interdisciplinar da educação ambiental baseada em abelhas, com possibilidade de integração entre ciência, sociedade e tecnologia (Magalhães, 2024; Silva et al., 2022). Essa abordagem amplia a compreensão crítica dos alunos e favorece o engajamento social na conservação. Contudo, verificou-se que iniciativas desse tipo permanecem concentradas em contextos específicos e ainda são iniciantes em regiões como

a Caatinga, onde o fortalecimento da educação ambiental poderia contribuir de forma significativa para a valorização do bioma.

As lacunas identificadas apontam para a necessidade de ampliar investimentos em programas de formação docente e em políticas públicas que incentivem a integração entre conservação das abelhas e práticas educativas. Dessa forma, a educação ambiental pode se consolidar como ferramenta estratégica para a conservação da biodiversidade e para a construção de sociedades mais sustentáveis.

6. CONCLUSÃO

A presente pesquisa evidenciou a urgência da conservação das abelhas como polinizadores essenciais para a manutenção da biodiversidade, a estabilidade dos ecossistemas e a segurança alimentar global. A revisão da literatura demonstrou que o declínio das populações desses insetos é um fenômeno multifatorial, fortemente associado às ações humanas, como o uso intensivo de agrotóxicos, a perda e fragmentação de habitats, o desmatamento, as mudanças climáticas e a poluição ambiental. Esses fatores, quando somados, provocam desequilíbrios ecológicos de grande escala e ameaçam diretamente a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e naturais.

Os resultados obtidos reforçam que as abelhas desempenham papel insubstituível na polinização de plantas cultivadas e silvestres, sendo responsáveis pela reprodução de cerca de 75% das espécies vegetais utilizadas na alimentação humana. Sua preservação, portanto, vai muito além da proteção de uma espécie: trata-se de garantir a continuidade dos processos ecológicos que sustentam a vida no planeta. A perda desses polinizadores representa um risco não apenas ambiental, mas também econômico e social, impactando a produtividade agrícola, a renda de comunidades rurais e a segurança alimentar das populações.

A partir da análise dos trabalhos revisados, torna-se evidente que enfrentar o declínio das abelhas exige um conjunto de estratégias integradas, que envolvem ações ambientais, políticas e educativas. Entre as medidas prioritárias destacam-se: a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, com a redução do uso de agrotóxicos e substituição por técnicas agroecológicas, que conciliem produtividade e conservação ambiental; a proteção e restauração dos habitats naturais, por meio do reflorestamento com espécies nativas, criação de corredores ecológicos e manejo adequado da vegetação, especialmente em biomas sensíveis como a Caatinga; o fortalecimento da apicultura e da meliponicultura nativa, como alternativas econômicas sustentáveis que associam geração de renda à conservação dos polinizadores; o incentivo à pesquisa científica e ao monitoramento contínuo das populações de abelhas, permitindo o aprimoramento das políticas públicas e a identificação de riscos emergentes, como o impacto das radiações eletromagnéticas; a ampliação da educação ambiental, com ações voltadas à sensibilização da sociedade sobre a importância ecológica e econômica das abelhas, utilizando projetos escolares, meliponários didáticos e campanhas comunitárias.

Além disso, é fundamental o fortalecimento das políticas públicas já existentes, como o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores (PAN-IP), as diretrizes

do IBAMA e as resoluções do CONAMA. Tais instrumentos devem ser acompanhados por mecanismos de monitoramento, fiscalização efetiva e maior integração entre os setores agrícola, ambiental e educacional. O engajamento de instituições governamentais, universidades, produtores rurais e comunidades locais é indispensável para a construção de estratégias de longo prazo que garantam a sobrevivência dos polinizadores.

Por fim, o estudo confirma que preservar as abelhas é preservar a vida. A conservação desses insetos representa uma das chaves para o equilíbrio ambiental, a sustentabilidade econômica e a segurança alimentar das futuras gerações. A implementação de políticas integradas e o fortalecimento da consciência ecológica coletiva são passos essenciais para reverter o atual cenário de declínio e assegurar um futuro em que o homem e a natureza coexistam de forma harmoniosa e sustentável.

7. REFERENCIAS

- ALVES, G. M. *Riqueza e importância das abelhas em cultivo orgânico de tomate em área urbana*. 2020. Monografia Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30748/4/RiquezaEImport%C3%A2ncia.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2025
- ARAÚJO, M. E. S.; GUIMARÃES, L. L. A importância econômica, ecológica e ambiental das abelhas para os apicultores de Madalena, Ceará. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, Tocantinópolis, v. 9, e17917, 2024. Disponível em:
<https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/campo/article/view/17917>. Acesso em: 2 ago. 2025.
- BARBOSA, D. B. et al. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017. Disponível em:
<https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1068>. Acesso em: 2 ago. 2025.
- BENDINI, J. N. et al. Mapeamento da flora apícola de áreas de produção de mel na microrregião do Alto Médio Canindé, Piauí, Brasil. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 15, 2021. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/6759>. Acesso em: 20 out. 2025.
- BENDINI, J. N. 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, p. 277-288, 2020. Disponível em:
<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RBEU/article/view/11554>. Acesso em: 20 out. 2025
- BENDINI, J. N. et al. Potencial de Espécies Arbóreas para a Nidificação de Abelhas Nativas (Apidae: Meliponina) no Bioma Caatinga. *Biodiversidade Brasileira*, v. 12, n. 2, p. 1-6, 2022. Disponível em:< <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/1786>>. Acesso em: 21 out. 2025.
- BRAGA J, S. A. M. et al. A proteção jurídica nacional às abelhas em face de sua importância ambiental-econômico-social. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/13415>. Acesso em: 2 ago. 2025.
- BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). *CNPq firma protocolo de cooperação com A.B.E.L.H.A.* 2016. Disponível em:
<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/cnpq-em-acao/cnpq-e-abelha-assinam-protocolo-de-cooperacao>. Acesso em: 04 ago. 2025.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução sobre resgate de colônias de abelhas nativas sem ferrão*. Disponível em:
<https://www.gov.br/participamaisbrasil/proposta-de-resolucao-conama-quot%3Bdispõe-sobre-as-orientações-tecnicas-e-científicas-a-serem-adotadas-para-o-resgate-de-colmeias-de-abelhas-sem-ferrão-em-áreas-autorizadas-para-supressão-quot%3B->. Acesso em: 04 ago. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Instrução Normativa nº 2, de 9 de fevereiro de 2017 – Avaliação de risco para polinizadores.* Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?legislacao=136950&view=legislacao>. Acesso em: 04 ago. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Reavaliação ambiental de agrotóxicos protege abelhas e outros polinizadores.* 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2024/reavaliacao-ambiental-de-agrotoxicos-protege-abelhas-e-outros-polinizadores>. Acesso em: 04 ago. 2025.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). *Plano de Ação Nacional para a Conservação de Insetos Polinizadores – PAN Polinizadores.* 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-insetos-polinizadores>. Acesso em: 04 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). *Projeto Poli-LAC: Conservação e manejo dos polinizadores na agricultura sustentável.* 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/a-conservacao-e-manejo-dos-insetos-polinizadores-ganha-destaque-no-mapa-com-o-projeto-poli-lac>. Acesso em: 04 ago. 2025.

CABRAL, J. A.; YAMAMOTO, M. Riqueza de espécies de abelhas na região sul goiano. *Anais do SEPE Sudoeste*, Quirinópolis: Universidade Estadual de Goiás, 2022. Disponível em: https://www.anais.ueg.br/index.php/sepe_sudoeste. Acesso em: 2 ago. 2025.

CAETANO, T. S. G. et al. A importância das abelhas sem ferrão na polinização das culturas agrícolas no Brasil. *Revista DELOS*, Curitiba, v. 17, n. 61, p. 01-14, 2024.

EICH, J. A. Histórico de uso e ação de agroquímicos sobre abelhas da espécie *Apis mellifera*. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v. 5, n. 1, p. 17-26, 2015.

FAITA, M. R.; CHAVES, A.; NODARI, R. O. A expansão do agronegócio: impactos nefastos do desmatamento, agrotóxicos e transgênicos nas abelhas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 57, p. 79-105, 2021.

FATH, A. *Importância das abelhas para agricultura.* 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Ibirubá, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/1455>.

FERNANDES, M. S. R.; PINTO, Z. T. Análise do declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil e seus efeitos ambientais e econômicos. *Journal of Education, Science and Health*, v. 3, n. 3, p. 1-12, 2023. DOI: 10.52832/jesh.v3i3.221.

FERREIRA, P. A. *Influência da perda de habitat sobre a diversidade de abelhas e as redes de interação planta-abelha em paisagens fragmentadas na Bahia.* 2013. 104 f. Tese. Doutorado em Ecologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

FONSECA, I. V. L.; SILVA, N. P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. Disponível em:

<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00910042010>. Acesso em: 2 de ago de 2025.

FONTES, F. M. *Importância ecológica das abelhas: percepção de estudantes de escolas rurais do Baixo São Francisco Sergipano*. Dissertação Mestrado em Saúde e Ambiente Universidade Tiradentes, Aracaju, 2019.

GOMES, P. Ameaças aos serviços ecossistêmicos da polinização. In: MARTINS, M. B. (Org.). *Reflexões em Biologia da Conservação*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2024. p. 13-21.

IMPERATRIZ, F. V. L.; NUNES-S, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00910042010>. Acesso em: 2 ago. 2025.

LACERDA, D. C. O. et al. Uso da meliponicultura como ferramenta na educação ambiental. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, p. 1-5, 2018.

LEITE, R. V. V. et al. O despertar para as abelhas: educação ambiental e contexto escolar. In: *Congresso Nacional de Educação – CONEDU*. Anais... 2016.

LOPES, A. L. et al. Agrotóxicos: a ameaça de extinção das abelhas no Brasil. In: *Alimentando um mundo em transformação*. São Paulo: Instituto Democracia e Sustentabilidade, 2018.

LUCCÂS, N. et al. Abelhas polinizadoras, agricultura sustentável e segurança alimentar no Brasil: refletindo os ODS 2 à luz da ciência pós-normal. *R. bras. meio. amb. sustentab.*, Florianópolis, v. 1, n. 6, p. 79-104, set.-out. 2021.

MACHADO, F. M. V. F. et al. Abelhas indígenas: ações colaborativas para um “Doce Futuro”. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 7, n. 1, p. 94-108, 2025.

MAGALHÃES, L. M. P. *Relação entre abelhas sem ferrão (meliponídeos) e a educação ambiental: uma revisão bibliográfica*. 2024. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2024.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 1, p. 238-250, 2010. DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.14. disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ae1f/dc973ede3e0ae8f507d34a11bc196148be24.pdf>

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 2, p. 429-444, 2000.

NASCIMENTO, A. L. O. et al. *As abelhas e a sustentabilidade dos serviços de polinização*. Ribeirão Preto: USP, 2013.

PIRES, C. S. S. et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500003.

RAVEN, Peter H. [Evert, Ray F.; Eichhorn, Susan E.]. *Biologia vegetal* [Biology of Plants]. Tradução de Ana Cláudia de Macêdo Vieira et al. Revisão técnica de Jane Elizabeth Kraus. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SILVA, C. N. et al. Interdisciplinaridade e educação ambiental: um olhar sobre o declínio das abelhas. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 211-228, 2022.

SILVA, L. P.; FERRAREZI, J. E. As abelhas e sua relevante importância no processo de polinização. *Interface Tecnológica*, v. 19, n. 1, p. 248-253, 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1369>. Acesso em: 2 ago. 2025.

SILVA, M. D. Utilização de abelhas sem ferrão (Apidae) em práticas de educação ambiental com estudantes de Governador Mangabeira, Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 1, p. 1176-1183, 2021.

SOUZA, D. L.; et al. As abelhas como agentes polinizadores. *REDVET: Revista Electrónica de Veterinaria*, v. VIII, n. 3, p. 1-7, 2007.

VIEIRA, M. M. et al. Mapeamento dos meliponários educativos da região Nordestina: no caminho da conservação das abelhas nativas. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, e16010111387, 2021.

VIEIRA, M. M.; et al. Educação ambiental e abelhas: o que dizem os livros didáticos de Biologia? *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 404-414, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11851>. acesso em: 18 nov. 2025.

WEBER, J. C. *Responsabilidade civil decorrente do dano ambiental por uso de agrotóxicos: quem são os principais responsáveis e caso das abelhas*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019

ZANELLA, F. C. V; MARTINS, C. F. *Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação*. 2003. p. 75-134.