

Overview of bee research in Roraima, Brazil

Panorama das pesquisas sobre abelhas em Roraima, Brasil

Edymeiko de Souza Maciel^{1*}; Gardênia Holanda Cabral¹

Abstract: Bees are fundamental to biodiversity conservation, as they are indispensable pollinators and contribute significantly to the economy, especially in the agricultural sector. However, there are still many knowledge gaps regarding species diversity and the benefits provided by bees, including their products, particularly in the Northern region of Brazil. In this context, this research sought to provide an overview of bee-related research based on studies conducted in the state of Roraima that used bees and/or their products as the central theme. Searches were carried out in SciELO, Google Scholar, PubMed, the CAPES Journal Portal, the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations and the institutional repositories of the Federal University of Roraima and the State University of Roraima. A total of 43 studies were analyzed, including scientific articles, theses, and dissertations that studied bees and/or their products. Most of the studies were scientific journal articles (60%), followed by dissertations (28%), while books, book chapters, and theses appeared in smaller numbers, 5%, 5%, and 2%, respectively. The most studied fields were apiculture (35%) and physicochemical and microbiological analysis of apicultural products (26%). These findings provide valuable insights into the understanding of bees in Roraima and highlight the discrepancy between the importance of the topic and the number of studies conducted in the state.

Key words: Amazon. Biodiversity. Honey. Meliponiculture. Palynology.

Resumo: As abelhas desempenham papel fundamental na preservação da biodiversidade por serem agentes essenciais no processo de polinização e possuem grande importância econômica, em particular, na agricultura. No entanto, ainda existem muitas lacunas no conhecimento sobre a diversidade das espécies e os benefícios que oferecem, incluindo seus produtos, especialmente na região Norte. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho realizar um panorama das pesquisas sobre abelhas, por meio dos estudos realizados no estado de Roraima que utilizaram abelhas e/ou seus produtos como temática. As buscas foram realizadas nas bases de pesquisa da SciELO, Google Scholar, PubMed, portal de Periódicos da Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e nos repositórios institucionais da Universidade Federal de Roraima e da Universidade Estadual de Roraima. Foram analisados, no total, 43 trabalhos, entre artigos, teses e dissertações que estudaram abelhas e/ou seus produtos. A maioria dos trabalhos é composta por artigos publicados em revistas científicas (60%), seguidos de dissertações (28%), enquanto livros, capítulos de livros e teses apareceram em menor quantidade, 5%, 5% e 2%, respectivamente. As áreas mais estudadas foram apicultura (35%) e físico-química e microbiologia de produtos apícolas (26%). Esses dados apresentam as informações que contribuem para a compreensão sobre as abelhas em Roraima, e evidenciam a discrepância entre a importância do tema e a quantidade de pesquisas desenvolvidas no estado.

Palavras-chave: Amazônia. Biodiversidade. Mel. Meliponicultura. Palinologia.

*Corresponding author

¹Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da Universidade Federal de Roraima. Endereço: Av. Nova Iorque, Aeroporto, Boa Vista/RR. E-mail: edymeiko.souza@ufrr.br; gardenia.cabral@ufrr.br

INTRODUCTION

The importance of bees for pollination and biodiversity conservation is widely recognized by the scientific community. However, their populations have been declining as a result of environmental changes (OLIVEIRA, 2015; SILVA; JÚNIOR, 2022). Habitat destruction – particularly of areas that host flowers and nesting sites, which are often located in the soil – caused by agriculture, road construction, and excessive use of insecticides, is among the main factors that negatively impact bees (MICHENER, 2007).

Kerr *et al.* (2001) also listed factors that contribute to the decline of bee populations, such as deforestation, wildfires, the intentional destruction of nests by honey gatherers to obtain products for trade or personal use, forest fragments that are insufficient to maintain the genetic diversity of species, and the use of insecticides as the most likely causes of bee disappearance.

The general population is still unaware of the fundamental role of bees in ecosystems. Studies have shown that students and children have limited knowledge about the ecological role of bees, highlighting the need for environmental education (SILVEIRA *et al.*, 2021). Some activities stand out in the effort to preserve bee species, such as meliponiculture, which is the rational keeping of stingless bees. This activity has been proposed as a tool for environmental education and conservation awareness (FERREIRA *et al.*, 2013).

Research on bees – both stingless and stinging – in areas such as species richness and diversity, conservation and environmental education, taxonomy, traditional knowledge, meliponiculture, or bee products is becoming increasingly urgent and necessary in the environmental context of Brazil and the world. The state of Roraima, despite being located in one of the most biodiverse regions on the planet, still presents a gap in scientific knowledge, with few studies focused on this and other areas related to its natural environment (OLIVEIRA *et al.*, 2010). According to Silva (2005), this gap may be explained by the presence of transitional zones between the Amazon rainforest and the *cerrado* (known locally as *lavrados* or savannas), where intermediate vegetation develops, making ecological characterization and the planning of specific research more challenging.

INTRODUÇÃO

A importância das abelhas para a polinização e a conservação da biodiversidade é amplamente reconhecida pela comunidade científica. No entanto, suas populações vêm diminuindo como resultado de mudanças ambientais (OLIVEIRA, 2015; SILVA; JÚNIOR, 2022), destruição de habitats que abrigam flores e locais de nidificação, que são muitas vezes situados no solo, causada pela agricultura, abertura de estradas e uso excessivo de inseticidas. Esses são os principais fatores que impactam negativamente as abelhas (MICHENER, 2007).

Kerr *et al.* (2001) também elencaram fatores que promovem a diminuição das populações de abelhas: desmatamento, queimadas, destruição intencional dos ninhos por melieiros para obtenção de produtos comercializáveis ou para consumo próprio, fragmentos de floresta insuficientes para manutenção genética das espécies e o uso de inseticidas.

A população em geral ainda desconhece o papel fundamental das abelhas para os ecossistemas. Estudos têm mostrado que estudantes e crianças têm conhecimento limitado sobre o papel ecológico das abelhas, o que demonstra a necessidade de educação ambiental (SILVEIRA *et al.*, 2021), e algumas atividades se destacam para a preservação das espécies, por exemplo, a meliponicultura, que é a criação racional das abelhas sem ferrão. Essa atividade tem sido proposta como uma ferramenta de educação ambiental e de conscientização conservacionista (FERREIRA *et al.*, 2013).

Pesquisas sobre abelhas, com e sem ferrão, no âmbito da riqueza e diversidade, conservação e educação ambiental, taxonomia, conhecimento tradicional, meliponicultura ou sobre os seus produtos, são cada vez mais urgentes e necessárias no cenário ambiental do Brasil e do mundo. O estado de Roraima, apesar de estar localizado em uma das regiões mais biodiversas do planeta, ainda apresenta um vazio de informações científicas, com poucos estudos voltados tanto para esta quanto para outras áreas do conhecimento relacionadas ao seu ambiente natural (OLIVEIRA *et al.*, 2010). De acordo com Silva (2005), essa lacuna pode ser explicada pela presença de áreas de transição entre a floresta amazônica e os cerrados (*lavrados* ou *savanas*), onde se desenvolve uma vegetação intermediária que dificulta a caracterização ecológica e o planejamento de pesquisas específicas.

These formations harbor a wide diversity of habitats, supporting a great variety of plants and animals. The insect fauna in these environments is diverse, although some families exhibit low population density.

Oliveira *et al.* (2010) recommended conducting long-term studies, such as master's and doctoral research, to deepen the understanding of bee composition in the region. They also suggested surveys in areas that remain underexplored and the inclusion of unsampled bee groups. Furthermore, they emphasized the importance of comparing the bee fauna of the *lavrados* of Roraima with that of the central-western *cerrado*, studying the role of bees in the pollination of local flora, and evaluating the establishment of preservation areas in Pacaraima and Tepequém due to their species richness.

Beekeeping activities are highly recommended. Apiculture is widely practiced due to its high production of honey and by-products, and in Brazil, it stands out for its contribution to agricultural pollination and income generation. Meliponiculture, on the other hand, combines environmental conservation, cultural appreciation, and sustainability, in addition to producing high-value honey. The activity strengthens traditional communities, promotes environmental education, and is well suited to small-scale production systems. However, it is still in its early stages in the state and lacks qualified professionals.

Given this context, this descriptive exploratory research aimed to provide an overview of bee-related studies conducted in the state of Roraima.

MATERIALS AND METHODS

The bibliographic survey was conducted using each of the following terms: “abelhas, africanizadas, *Apis mellifera*, apicultura, meliponicultura, abelha sem ferrão, pólen, and palinologia” (and their english translations) in combination with the term “Roraima,” across the research databases SciELO, Google Scholar, PubMed, the CAPES Journal Portal, the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), and the institutional repositories of the Federal University of Roraima and the State University of Roraima.

Essas formações abrigam uma ampla diversidade de habitats, sustentando uma grande variedade de plantas e animais. A fauna de insetos nesses ambientes é diversificada, embora algumas famílias apresentem baixa densidade populacional.

Oliveira *et al.* (2010) recomendaram a realização de estudos de longa duração, como mestrados e doutorados, para aprofundar o conhecimento sobre a composição das abelhas na região. Também sugeriram levantamentos em áreas ainda pouco exploradas e a inclusão de grupos de abelhas não amostrados. Além disso, destacaram a importância de comparar a apifauna dos lavrados de Roraima com a dos cerrados do centro-oeste, estudar o papel das abelhas na polinização da flora local e avaliar a criação de áreas de preservação em Pacaraima e Tepequém, devido à sua riqueza de espécies.

As atividades de criação de abelhas são altamente recomendadas. A apicultura é amplamente difundida pela alta produção de mel e derivados e, no Brasil, destaca-se pela contribuição à polinização agrícola e geração de renda. Por outro lado, a meliponicultura alia conservação ambiental, valorização cultural e sustentabilidade, além de produzir mel de alto valor agregado. A atividade fortalece comunidades tradicionais, promove educação ambiental e se adapta bem aos pequenos sistemas produtivos. Contudo, a atividade ainda é embrionária no estado e carece de profissionais qualificados.

Diante do exposto, nesta pesquisa exploratória descritiva se objetivou fazer um panorama das pesquisas sobre abelhas por meio dos trabalhos realizados acerca do tema no estado de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

As pesquisas para o levantamento bibliográfico foram realizadas utilizando cada um dos termos: “abelhas, africanizadas, *Apis mellifera*, apicultura, meliponicultura, abelha sem ferrão, pólen e palinologia” (e suas traduções para o inglês) concomitante ao termo “Roraima”, nas bases de pesquisa da SciELO, Google Scholar, PubMed, portal de Periódicos da Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e nos repositórios institucionais da Universidade Federal de Roraima e da Universidade Estadual de Roraima.

To be included in this research, the studies had to involve bees and their products collected in the state of Roraima. After selection, all relevant information from the studies (title, authorship, year, journal, institution, type of publication, and field of concentration) was compiled and organized into tables for analysis.

Abstracts, undergraduate final papers, and studies that did not use regional material (bees and/or their products) in the development of the research were excluded from this review.

RESULTS AND DISCUSSION

From 1990 to 2025, a total of 43 studies were found, including articles, theses, and dissertations. Of this total, 60% (26) are articles published in scientific journals, followed by dissertations, which represent 28% (12), while books, book chapters, and theses appear in smaller proportions: 5% (2), 5% (2), and 2% (1), respectively.

The evolution of the cumulative number of publications during the studied period shows a slow growth, with an average of only 1.2 studies per year. This low scientific output may be associated with several factors, such as the lack of adequate dissemination of research, limited awareness of the importance of the topic, low interest from the academic community and society, as well as a shortage of financial and institutional incentives to promote studies in this field.

Among the articles reviewed, the local journals “Boletim do Museu Integrado de Roraima” and “Revista Agro@ambiente On-line” accounted for the majority of publications, with 11 (42%) and 3 (12%) articles, respectively. Together, they represent more than half (54%) of the published articles, highlighting the importance of these journals in the local context for disseminating information about bees. The remaining studies were published in twelve different journals (Figure 1).

Para integrar esta pesquisa, era imprescindível que os trabalhos tivessem utilizado abelhas e seus produtos obtidos no estado de Roraima. Após a seleção, todas as informações referentes aos trabalhos selecionados (título, autoria, ano, revista, instituição, tipo de trabalho e área de concentração) foram adicionadas e agrupadas em tabelas para análise.

Foram excluídos desta revisão resumos, trabalhos de conclusão de curso de graduação e trabalhos que não utilizaram material regional (abelhas e/ou seus produtos) para o desenvolvimento das pesquisas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas, desde 1990 até 2025, 43 pesquisas entre artigos, teses e dissertações. Desse total, 60% (26) são artigos publicados em revistas científicas, seguidos de dissertações, 28% (12), enquanto livros, capítulos de livros e teses aparecem em menor quantidade, 5% (2), 5% (2) e 2% (1), respectivamente.

A evolução da quantidade acumulada de trabalhos publicados no período estudado demonstra um crescimento lento, com uma média de apenas 1,2 trabalhos por ano. Essa baixa produção científica pode estar associada a diversos fatores, como a falta de divulgação adequada das pesquisas, a ausência de conscientização sobre a importância do tema, o baixo interesse da comunidade acadêmica e da sociedade, além da escassez de incentivos financeiros e institucionais para fomentar estudos na área.

Dentre os artigos revisados, as revistas locais “Boletim do Museu Integrado de Roraima” e “Revista Agro@ambiente On-line” concentraram as publicações, com 11 (42%) e 3 (12%), respectivamente, e representam juntas mais da metade dos artigos publicados (54%), destacando-se a importância dessas revistas no cenário local para a divulgação sobre abelhas. Os outros trabalhos estão publicados em doze revistas diferentes (Figura 1).

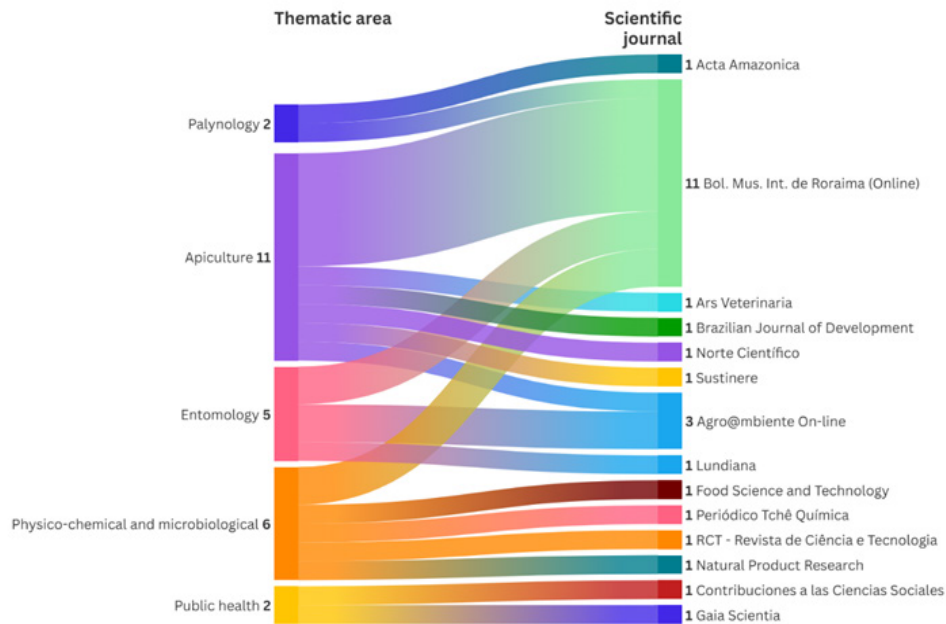


Figure 1 - Diagram of articles published in scientific journals according to thematic area.

Figura 1 - Diagrama dos artigos publicados em revistas de acordo com a área temática.

It is also noteworthy that, among the twelve dissertations focused on bees, nine (75%) were developed within the Graduate Program in Natural Resources (PRONAT) at the Federal University of Roraima (UFRR). This program operates in the field of Environmental Sciences and trains qualified professionals for research and projects aimed at the use and conservation of natural resources. Its focus is on addressing environmental challenges and promoting sustainable development in Roraima. This result positions the program as a reference in advanced bee research, in addition to playing a key role in training qualified researchers, thereby contributing to the advancement of studies in this field.

The only doctoral thesis on bees found in the bibliographic survey was conducted at the National Institute for Amazonian Research (INPA) in 2005. This highlights that, despite the growing number of master's graduates from local institutions, scientific advancement through the training of PhD researchers focused on bee-related topics is still progressing slowly.

Destaca-se também que, das doze dissertações com a temática abelha, nove (75%) foram desenvolvidas no Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). O Programa atua na área de Ciências Ambientais e forma profissionais qualificados para pesquisas e projetos voltados ao uso e conservação dos recursos naturais. Seu foco é enfrentar desafios ambientais e promover o desenvolvimento sustentável em Roraima. Esse resultado coloca o Programa como referência nos estudos avançados sobre abelhas, além de atuar na formação de pesquisadores qualificados, o que contribui para o avanço das pesquisas na área.

A única tese sobre abelhas encontrada na pesquisa bibliográfica foi realizada no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), no ano de 2005. Evidenciando que, apesar da formação crescente de mestres pelas instituições locais, o avanço científico com a formação de doutores ligados à temática de abelhas ainda é lento.

Among the 43 studies published on various bee-related topics, there is a predominance of research in apiculture (35%) and in the physicochemical and microbiological characterization of bee products (26%). Together, these two areas account for 61% of the total scientific investigations, indicating greater research efforts in these fields. Other areas, such as entomology (16%), palynology (9%), meliponiculture (7%), and public health (5%), are less represented. In the field of mycology, only one study was found, representing 2% of the total research.

This uneven distribution among the various approaches to bee research suggests a greater emphasis on aspects related to the production and analysis of bee products, as well as on physicochemical and microbiological aspects – likely due to their economic and ecological relevance. The less-represented areas may reflect lower interest from the scientific community, specific challenges in conducting research on these topics, and even a lack of qualified advisors and funding opportunities.

A leading researcher in this field in Roraima is Professor PhD. Sílvia José Reis da Silva, who stands out with 11 articles as first author, 6 as co-author, contributions as author and co-author of book chapters, as well as a dissertation and thesis on bees conducted at INPA. He has participated in 48.8% (21) of the studies carried out in this field.

The studies identified in this review will be presented and discussed, below, categorized by thematic area.

Apiculture

Barbosa *et al.* (2007) conducted an economic analysis of apiculture in the state and proposed the technification of the sector as a strategy for sustainable regional development. The authors identified the need for investments in infrastructure, as well as actions such as training programs, market prospecting, and initiatives to encourage commercialization. Currently, the *Associação Setentrional dos Apicultores de Roraima* (ASA) and the cooperative Roraimel are responsible for processing honey from affiliated beekeepers, and the products receive the State Inspection Seal (*Selo de Inspeção Estadual* – SIE).

Dentre os 43 trabalhos publicados em diferentes temáticas sobre abelhas se observa a predominância de estudos em apicultura (35%) e sobre caracterização físico-química e microbiológica de produtos apícolas (26%). Essas duas áreas somadas representam 61% do total das investigações científicas, indicando maiores esforços de pesquisas nesses temas. Outras áreas, como entomologia (16%), palinologia (9%), meliponicultura (7%) e saúde pública (5%), apresentam menor representatividade. Quanto à micologia, foi encontrado apenas um trabalho, representando 2% do total das pesquisas.

Essa distribuição desigual entre as diversas abordagens sobre abelhas sugere que há maior ênfase em aspectos relacionados à produção e análise de produtos apícolas, bem como em aspectos físico-químicos e microbiológicos, possivelmente devido à sua relevância econômica e ecológica. As áreas menos representadas podem refletir menor interesse da comunidade científica, desafios específicos na condução de pesquisas nesses temas e até a escassez de orientadores qualificados e financiamentos.

O pesquisador que se destaca nessa linha de pesquisa, em Roraima, é o professor Dr. Sílvia José Reis da Silva, com 11 artigos como primeiro autor, 6 como coautor, autor e coautor de capítulo de livro, além de dissertação e tese realizados no INPA sobre abelhas, participando em 48,8% (21) dos trabalhos realizados na área.

A seguir, os trabalhos encontrados nessa revisão serão apresentados e comentados, separadamente, por área temática.

Apicultura

Barbosa *et al.* (2007) analisaram economicamente a apicultura no estado e apontaram a tecnificação da área como proposta para o desenvolvimento sustentável da região. Os autores perceberam que havia necessidade de investimentos em infraestrutura, e ações como capacitações, prospecção de mercados e estímulo à comercialização. Atualmente, a *Associação Setentrional dos Apicultores de Roraima* (ASA) e a *Cooperativa Roraimel* são responsáveis por processar o mel dos apicultores associados, e os produtos recebem o Selo de Inspeção Estadual (SIE).

However, Cruz *et al.* (2023) – in a work derived from Cruz (2021) – found that 37% of beekeepers in the state process and sell honey illegally, a practice that persists due to insufficient enforcement and the distance to legally approved honey processing facilities. The authors warned that although apiculture in Roraima is a productive activity – generating approximately R\$ 2.2 million in 2021 (IBGE, 2021) – the lack of proper management and noncompliance with current regulations compromise the national recognition of the product, negatively affecting consumer health and the integrity of IBGE data.

In addition to production challenges, honey consumption in the state is also limited. An assessment of the population's perception regarding honey consumption revealed that 52% rarely or never consume it (FERREIRA *et al.*, 2022). Among the factors explaining this low consumption in Brazil, according to Marchini (2018), is the common association of honey with medicinal uses – especially for respiratory problems – rather than as a regular food item. Another important factor is the high price of honey in the domestic market, a consequence of strong international demand, which may limit the population's access to this product (MARQUELE-OLIVEIRA *et al.*, 2017).

The local beekeeping flora was first studied by Silva (1990) in the community of Contão, Pacaraima, and at Fazenda SB, in city of Boa Vista, where 19 melliferous plants visited by *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 were identified. Later, Silva *et al.* (2021) identified plant species visited by honey bees for pollen and nectar collection, registering 48 species across 26 families, with Mimosaceae (Fabaceae) standing out. These results highlight the diversity of plants used by bees and their importance for colony maintenance. Meanwhile, Maduro *et al.* (2020) – in a work derived from Maduro (2019) – emphasized the role of extrafloral nectar from *Acacia mangium* Willd. in honey production in Roraima, indicating strong potential for the expansion and strengthening of the local beekeeping market.

No entanto, Cruz *et al.* (2023) – na obra derivada de Cruz (2021) – identificaram que 37% dos apicultores no estado processam e vendem mel de forma ilegal, prática que persiste devido à insuficiência de fiscalização e à distância até as casas de mel legalizadas. Os autores alertaram que embora a apicultura em Roraima seja uma atividade produtiva que gerou cerca de R\$ 2,2 milhões em 2021 (IBGE, 2021), a falta de manejo adequado e o descumprimento das legislações vigentes comprometem o reconhecimento do produto nacionalmente, impactando negativamente a saúde dos consumidores e a integridade dos dados do IBGE.

Além dos desafios na produção, o consumo de mel também é limitado no estado. Foi avaliada a percepção da população sobre o consumo de mel, e observou-se que 52% raramente ou nunca consome (FERREIRA *et al.*, 2022). Entre os fatores que explicam esse baixo consumo no Brasil, segundo Marchini (2018), está a associação do mel a usos medicinais, especialmente para problemas respiratórios, e não como alimento do dia a dia. Outro aspecto importante é o preço elevado do produto no mercado interno, reflexo da forte demanda externa, o que pode limitar o acesso da população a esse alimento (MARQUELE-OLIVEIRA *et al.*, 2017).

A flora apícola no estado foi estudada de forma pioneira por Silva (1990), na comunidade do Contão, Pacaraima e na Fazenda SB, em Boa Vista, onde foi possível identificar 19 plantas melíferas visitadas por *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Posteriormente, Silva *et al.* (2021) identificaram espécies vegetais visitadas por abelhas melíferas para coleta de pólen e néctar. Foram registradas 48 espécies distribuídas em 26 famílias, destacando-se Mimosaceae (Fabaceae). Os resultados evidenciaram a diversidade de plantas utilizadas pelas abelhas e sua importância para a manutenção das colônias. Enquanto Maduro *et al.* (2020) – na obra derivada de Maduro (2019) – reforçou a participação do néctar extrafloral de *Acacia mangium* Willd. na produção de mel em Roraima, indicando um grande potencial para expansão e fortalecimento do mercado apícola local.

Regarding the health of *A. mellifera* bees, Silva and Casadio (1999), in the community of Contão, Pacaraima, assessed infestation by the mite *Varroa destructor* (ANDERSON; TRUEMAN, 2000²) between October 1996 and August 1997. The authors found that infestation levels varied from 0.19% to 29.07% per colony, with an overall average of 6.89%. However, according to Moretto and Leonidas (2003), several reports highlight that, despite the widespread presence of the mite, bee colonies in Brazil generally show a certain degree of tolerance to it, with little direct evidence of significant impact on overall colony health.

In terms of *A. mellifera* bee nutrition, colony development under different dietary supplements was analyzed by Alcarcél (2011). The results showed that the highest feed consumption occurred when the hives were supplemented with soybean meal, peach palm flour, and granulated sugar, whereas the greatest weight gain occurred only with energy supplementation, which also resulted in the largest brood and food areas. Supplementation is a recommended practice in various situations. Khan *et al.* (2022) emphasize that artificial feeding is used not only to maintain colonies during times of scarcity but also to stimulate their development. This practice prepares bees to take advantage of nectar flows, pollinate crops, and facilitate colony multiplication. It is also useful for queen rearing and maintaining drones for mating, thereby extending the productive season.

Regarding the reproduction of *A. mellifera* bees, Chaves *et al.* (2011) and Chaves *et al.* (2020) evaluated queen production using the Doolittle method. The results indicated greater success in grafting with larvae that were 24 hours old. These findings differ from those of Silva *et al.* (1993), who found no significant differences in queen production using larvae aged 12 to 48 hours. Although the Doolittle method was developed in 1889, there are still ways to improve it.

Meanwhile, the results of Silva (1991) supported the effectiveness of the *A. mellifera* swarming method proposed by Prost (1984), as they demonstrated increased honey production through the use of artificial swarming.

Em relação à sanidade de abelhas *A. mellifera*, Silva e Casadio (1999), na comunidade do Contão, Pacaraima, avaliaram a infestação pelo ácaro *Varroa destructor* (ANDERSON; TRUEMAN, 2000²), entre outubro de 1996 e agosto de 1997. Os autores constataram que houve variação na infestação de 0,19% a 29,07% por colônia, com média geral de 6,89%. Entretanto, segundo Moretto e Leonidas (2003), diversos relatos destacam que, apesar da ampla presença do ácaro, as colônias de abelhas no Brasil, geralmente, demonstram certo grau de tolerância ao ácaro, havendo poucas evidências diretas de impacto significativo sobre a saúde geral das colônias.

Quanto à nutrição de abelhas *A. mellifera*, o desenvolvimento de colônias com diferentes suplementações alimentares foi analisado por Alcarcél (2011). Os resultados mostraram que o maior consumo de ração ocorreu quando as colmeias foram suplementadas com farelo de soja, farinha de pupunha e açúcar cristal, enquanto o maior ganho de peso ocorreu apenas com suplementação energética, quando apresentaram também as maiores áreas de cria e alimento. A suplementação é uma prática recomendada em diversas situações. Khan *et al.* (2022) salientam que a alimentação artificial é usada não só para manter colônias em épocas de escassez, mas também para estimular seu desenvolvimento. Essa prática permite preparar as abelhas para aproveitar os fluxos de néctar, polinizar culturas e facilitar a multiplicação das colônias. Também é útil para a criação de rainhas e manutenção de zangões para acasalamento, prolongando a temporada produtiva.

No que se refere à reprodução de abelhas *A. mellifera*, Chaves *et al.* (2011) e Chaves *et al.* (2020) avaliaram a produção de rainhas pelo método de Doolittle. Os resultados indicaram maior sucesso na enxertia com as larvas com 24 h de eclosão. Diferente dos resultados encontrados anteriormente por Silva *et al.* (1993), que não viram diferença significativa na produção de rainhas a partir de larvas com 12 até 48 h. Apesar de o método Doolittle ter sido criado em 1889, ainda é possível encontrar maneiras de aperfeiçoá-lo.

Enquanto os resultados de Silva (1991) corroboraram a eficiência do método de enxameação de abelhas *A. mellifera* proposto por Prost (1984), ao demonstrarem aumento na produção de mel com o uso da enxameação artificial.

²At the time, the authors referred to the species *Varroa jacobsoni*, which was later identified and reclassified as *Varroa destructor* (ANDERSON; TRUEMAN, 2000).

Maciel (2023) evaluated the effectiveness of different fuels for bee smokers in managing Africanized bees raised in the *lavrado* region of Roraima, testing the smoke produced from burning *angelim* wood, *cupiúba* wood, eucalyptus leaves, and wood shavings from various species, both with and without the addition of beeswax residue and dried eucalyptus leaves. The fuels yielded varied results, with a slight reduction in defensiveness when beeswax residue and dried eucalyptus leaves were added. Several studies (FUNARI *et al.*, 2001; GAGE *et al.*, 2018; LOMELE *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2020; PANKIW, 2009; SILVA *et al.*, 1982; VISSCHER *et al.*, 1995) have evaluated different materials with the aim of reducing bee defensive behavior, achieving varying degrees of success. However, there is still considerable room for advancements and contributions in the further development of this field of study.

Physicochemical and microbiological analysis of beekeeping products

Studies conducted in the state have pointed to weaknesses in the quality of commercially available honey, with recurring signs of adulteration and physicochemical inadequacies. Silva and Rebouças (2000) found that the average moisture content of honey in the state was 19.5%, with values ranging from 16.6% to 21.9%. Alves *et al.* (2024) analyzed samples from open-air markets in Boa Vista and detected adulteration in 64.5% of the cases. Similarly, Farias *et al.* (2018), in evaluating *A. mellifera* honey from different municipalities in the state, observed that 45% of the samples had moisture and acidity levels above the legal limits, suggesting failures in management, processing, storage, or even possible adulteration. These findings highlight the need for improved honey production practices and quality control in Roraima.

The results offered new perspectives on the quality of honey produced in the state, while the high rate of adulteration reinforces the need for stricter inspection. Although qualitative tests for detecting fraud are simple, data on honey authenticity – especially of those sold in the North region of Brazil – remain scarce (SILVA *et al.*, 2020).

Maciel (2023) avaliou a eficiência de diferentes combustíveis para fumigadores apícolas no manejo de abelhas africanizadas criadas no lavrado roraimense, testando a fumaça resultante da queima de madeiras de angelim, cupiúba, folhas de eucalipto e maravalha de madeiras diversas, com e sem adição de borra de cera apícola e folhas secas de eucalipto. Os combustíveis apresentaram resultados variados, com leve redução na defensividade ao adicionar borra de cera e folhas secas de eucalipto. Diversas pesquisas (FUNARI *et al.*, 2001; GAGE *et al.*, 2018; LOMELE *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2020; PANKIW, 2009; SILVA *et al.*, 1982; VISSCHER *et al.*, 1995) avaliaram diferentes materiais com o objetivo de atenuar o comportamento defensivo das abelhas, obtendo diferentes níveis de êxito. Contudo, ainda há considerável espaço para avanços e contribuições no aprofundamento desse campo de estudo.

Físico-química e microbiologia de produtos apícolas

Estudos realizados no estado apontaram fragilidades na qualidade do mel comercializado, com indícios recorrentes de adulteração e inadequações físico-químicas. Silva e Rebouças (2000) verificaram que a umidade média do mel no estado era de 19,5%, com valores variando entre 16,6% e 21,9%. Alves *et al.* (2024) analisaram amostras provenientes de feiras livres em Boa Vista e constataram adulterações em 64,5% dos casos. De forma semelhante, Farias *et al.* (2018), ao avaliarem méis de *A. mellifera* oriundos de diferentes municípios do estado, observaram que 45% das amostras apresentavam umidade e acidez acima dos limites estabelecidos pela legislação, sugerindo falhas no manejo, processamento, armazenamento ou até possíveis adulterações. Tais evidências apontam para a necessidade de aprimoramento nas práticas de produção e controle de qualidade do mel em Roraima.

Os resultados ofereceram novas perspectivas sobre a qualidade dos méis produzidos no estado, enquanto o alto índice de adulteração reforça a necessidade de maior fiscalização. Embora os testes qualitativos para detecção de fraudes sejam simples, ainda há escassez de dados sobre a autenticidade dos méis, especialmente daqueles comercializados na região Norte do Brasil (SILVA *et al.*, 2020).

Pezente (2011) analyzed *A. mellifera* honey samples in Roraima to quantify sugars and assess the presence of yeasts. The main sugars found were fructose (34.25%) and glucose (33.25%). About 41.38% of the samples showed yeast counts above the legal limit. The analysis showed that sucrose levels and yeast presence were the most influential factors in differentiating the samples.

Maciel (2013) investigated chemical markers to confirm the botanical origin of the bitter honey produced in the state, as well as to evaluate its chemical composition and antioxidant activity. Different extracts of the honey and the associated flowers (with and without pollen) were prepared, followed by spectrometric and chromatographic analyses. The author identified the presence of chrysin and caffeic acid in the honey, as well as n-alkanes and n-alkenes with identical characteristics in both the honey and the flowers. The results confirmed the botanical origin through melissopalynology, as described later in the Palynology section.

Pomtis *et al.* (2014) – in an article derived from Pomtis (2011) – found that darker honeys from Roraima had higher levels of phenolic compounds, flavones, and flavonols, along with greater antioxidant activity. These results demonstrated the chemical diversity and beneficial potential of honey, influenced by botanical and geographic factors.

Santos (2018) characterized bee pollen produced in different phytophysiognomies of the state. The samples met the physicochemical parameters of IN n° 3/2001³ (BRASIL, 2001), but 7.4% of the samples showed microbiological contamination, exceeding the permitted levels for *Escherichia coli*. The study highlighted significant differences between samples from different phytophysiognomies and reinforced the need for good beekeeping practices to ensure food safety for consumers.

Pezente (2011) analisou amostras de mel de *A. mellifera* em Roraima para quantificar açúcares e avaliar a presença de leveduras. Os principais açúcares encontrados foram frutose (34,25%) e glicose (33,25%). Cerca de 41,38% das amostras apresentaram contagem de leveduras acima do limite legal. A análise mostrou que os níveis de sacarose e a presença de leveduras foram os fatores mais influentes na diferenciação das amostras.

Maciel (2013) investigou marcadores químicos para confirmar a origem botânica do mel amargo produzido no estado, além de avaliar sua composição química e atividade antioxidante. Foram elaborados diferentes extratos do mel e das flores associadas (com e sem pólen), seguidos de análises espectrométricas e cromatográficas. A autora identificou a substância crisina e o ácido cafeico no mel, além de n-alcenos e n-alcenos com características idênticas entre mel e flores. Os resultados confirmaram a origem botânica por melissopalynologia, como está descrito mais adiante na seção Palinologia.

Pomtis *et al.* (2014) – em artigo derivado de Pomtis (2011) – identificaram que méis mais escuros de Roraima possuem maiores teores de compostos fenólicos, flavonas e flavonóis, além de maior atividade antioxidante. Esses resultados mostraram a diversidade química e o potencial benéfico do mel, influenciados por fatores botânicos e geográficos.

Santos (2018) caracterizou o pólen apícola produzido em diferentes fitofisionomias do estado. As amostras atenderam os parâmetros físico-químicos da IN n° 3/2001³ (BRASIL, 2001), mas 7,4% das amostras apresentaram contaminação microbiológica, pois apresentaram níveis acima do permitido para a presença de *Escherichia coli*. A pesquisa destacou diferenças significativas entre as amostras provenientes de diferentes fitofisionomias e reforçou a necessidade de boas práticas apícolas para a segurança alimentar dos consumidores.

³Normative Instruction N° 3/2001 of the Secretariat of Agricultural Defense, Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), approved the Technical Regulations for the Identity and Quality of bee venom, beeswax, royal jelly, lyophilized royal jelly, bee pollen, propolis, and propolis extract.

Barbosa *et al.* (2016) – in a work derived from Barbosa (2016) – analyzed propolis produced by *A. mellifera* in forest and savanna areas of the state. The results showed that savanna propolis had higher levels of phenolics and flavonoids, in addition to high antioxidant capacity.

Ferreira Neto *et al.* (2021) studied the chemical composition of propolis, cerumen threads, and nest resin of the stingless bee *Frieseomelitta silvestrii* (Friese, 1902), collected in São Luiz. The dichloromethane extracts exhibited distinct chemical profiles, indicating different origins. Plant-derived compounds were identified in the propolis and resin, while the supporting threads showed a predominantly hydrocarbon profile, characteristic of abdominal waxes produced by the bees. The study suggested potential biological applications for these compounds and emphasized the need for further research on the little-explored biodiversity of Roraima.

Studying the composition of bee products is essential to ensure their quality, authenticity, and food safety, while also adding commercial value and promoting environmental conservation. A detailed analysis of these products allows for the identification of nutritional and therapeutic properties, ensuring that they meet the standards required by both domestic and international markets (ABNT, 2012).

Entomology

In the field of entomology, studies have investigated the diversity and abundance of different bee species in Roraima, such as species from the subtribe *Meliponina* – known as stingless bees, native bees, or meliponines – and from the subtribe *Euglossina*, commonly referred to as orchid bees (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Silva (2005) conducted an inventory of Roraima's entomofauna. The author described several insect orders occurring in the state, highlighting the bee fauna. He emphasized the impacts of *Acacia mangium* afforestation on the entomofauna and the population explosion of Africanized bees (*A. mellifera*) in the state.

Barbosa *et al.* (2016) – na obra derivada de Barbosa (2016) – analisaram a própolis produzida por *A. mellifera*, em áreas de floresta e savana do estado. Os resultados destacaram que a própolis de savana apresentou maior teor de fenólicos e flavonoides, além de elevada capacidade antioxidante.

Ferreira Neto *et al.* (2021) estudaram a composição química da própolis, fios de cerume e resina do ninho da abelha sem ferrão *Frieseomelitta silvestrii* (Friese, 1902), oriundos de São Luiz. Os extratos diclorometânicos apresentaram perfis químicos distintos, indicando diferentes origens. Compostos vegetais foram identificados na própolis e na resina, enquanto os fios de sustentação exibiram um perfil predominantemente hidrocarboneto, característico de ceras abdominais das abelhas. A pesquisa sugeriu possíveis aplicações biológicas para esses compostos e destacou a necessidade de mais estudos sobre a biodiversidade pouco explorada de Roraima.

Estudar a composição dos produtos de abelhas é fundamental para garantir sua qualidade, autenticidade e segurança alimentar, além de agregar valor comercial e promover a conservação ambiental. A análise detalhada desses produtos permite identificar propriedades nutricionais e terapêuticas, assegurando que atendam aos padrões exigidos tanto pelo mercado interno quanto internacional (ABNT, 2012).

Entomologia

Na área de taxonomia foram investigadas a diversidade e a abundância de diferentes espécies de abelhas em Roraima, como espécies da subtribo *Meliponina*, conhecidas como abelhas sem ferrão, abelhas indígenas ou meliponídeos, e da subtribo *Euglossina*, conhecidas como abelhas de orquídeas (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Silva (2005) inventariou a entomofauna de Roraima. O autor descreveu várias ordens de insetos com ocorrência no estado, destacando a fauna de abelhas. Ressaltando os impactos do florestamento de *A. mangium* sobre a entomofauna e da explosão populacional de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) no estado.

In the survey conducted by Oliveira *et al.* (2010), aimed at better understanding the composition and geographical distribution of bee species in the state, 48 species were recorded, belonging to the genera *Aparatrigona*, *Cephalotrigona*, *Frieseomelitta*, *Geotrigona*, *Lestrimelitta*, *Melipona*, *Oxytrigona*, *Paratrigona*, *Partamona*, *Plebeia*, *Ptilotrigona*, *Scaura*, *Tetragona* and *Trigona*, and they also mentioned the genus *Scaptotrigona*, which was not included in the list because the specimens were on loan for taxonomic review. In addition, 63 species of orchid bees were recorded, including the first record of *Eulaema nigrifacies* (Friese, 1897) in the country.

The diversity of *Euglossina* bees has been well studied in Roraima. Nemésio (2005) conducted collections at two sites on Maracá Island, recording a total of 11 species, with *Eufriesea superba* (Hoffmannsegg, 1817) being the most common. Maia and Silva (2008) compared the fauna of these bees in native forest areas and *A. mangium* plantations. A total of 123 individuals representing 21 species were captured. The study highlighted the impact of habitat alteration on *Euglossina* biodiversity. In the Serra do Tepequém, in the municipality of Amajari, Silva *et al.* (2013) identified 24 species distributed among the genera *Euglossa*, *Eulaema*, and *Exaerete*, with *Euglossa* being the most prevalent. Meanwhile, Silva *et al.* (2015) investigated the richness and abundance of *Euglossina* bees in the Bem-Querer region, municipality of Caracaraí, identifying 28 species from the genera *Euglossa*, *Eulaema*, *Exaerete*, and *Eufriesea*, with *Euglossa* again being the most abundant genus.

For the genus *Melipona*, ten species are recognized in the state, according to Silva *et al.* (2021): *Melipona* (*Eomelipona*) *amazonica* Shulz, 1905, *Melipona* (*Eomelipona*) *bradleyi* Schwaz, 1932, *Melipona* (*Eomelipona*) *illustris* Schwarz, 1932, *Melipona* (*Eomelipona*) *puncticollis* Friese, 1902, *Melipona* (*Melikerria*) *compressipes* group, *Melipona* (*Michmelia*) *lateralis* Erichson, 1848, *Melipona* (*Melipona*) *favosa* (Fabricius, 1798), *Melipona* (*Michmelia*) grupo *paraenses*, *Melipona* (*Michmelia*) *eburnea* Moure & Kerr, 1950 and *Melipona* (*Michmelia*) *fulva* Lepeletier, 1836.

For the subgenus complex *Melipona* (*Melikerria*), five species are found in the state, according to Silva and Maciel (2023): *M. (Mk.) fasciculata* Smith, 1854, *M. (Mk.) interrupta* Latreille, 1811 and *M. (Mk.) compressipes* (Fabricius, 1804) with two subspecies *M. (Mk.) c. compressipes* Moure, 1960 and *M. (Mk.) c. oblitescens* (Cockerell 1919).

No levantamento realizado por Oliveira *et al.* (2010), com o intuito de melhor conhecer a composição e distribuição geográfica das espécies de abelhas no estado, foram registradas 48 espécies pertencentes aos gêneros *Aparatrigona*, *Cephalotrigona*, *Frieseomelitta*, *Geotrigona*, *Lestrimelitta*, *Melipona*, *Oxytrigona*, *Paratrigona*, *Partamona*, *Plebeia*, *Ptilotrigona*, *Scaura*, *Tetragona* e *Trigona*, e também citaram o gênero *Scaptotrigona*, que não estava na lista pois os indivíduos estavam emprestados para revisão taxonômica. Além disso, registraram-se 63 espécies de abelhas de orquídeas, incluindo o primeiro registro de *Eulaema nigrifacies* (Friese, 1897) no país.

A diversidade de abelhas *Euglossina* foi bem estudada em Roraima. Nemésio (2005) realizou coletas em dois locais da Ilha de Maracá, totalizando 11 espécies, sendo *Eufriesea superba* (Hoffmannsegg, 1817) a mais comum. Maia e Silva (2008) compararam a fauna dessas abelhas em áreas de mata nativa e plantios de *A. mangium*. Foram capturados 123 indivíduos de 21 espécies. O estudo evidenciou o impacto da alteração do habitat na biodiversidade de *Euglossina*. Na Serra do Tepequém, município de Amajari, Silva *et al.*, (2013) identificaram 24 espécies, distribuídas nos gêneros *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*, com predominância de *Euglossa*. Enquanto Silva *et al.* (2015) investigaram a riqueza e abundância de abelhas *Euglossina* na região do Bem-Querer, município de Caracaraí, e identificaram 28 espécies dos gêneros *Euglossa*, *Eulaema*, *Exaerete* e *Eufriesea*, sendo *Euglossa* o gênero mais abundante.

Somente para o gênero *Melipona* são reconhecidas no estado dez espécies, segundo Silva *et al.* (2021): *Melipona* (*Eomelipona*) *amazonica* Shulz, 1905, *Melipona* (*Eomelipona*) *bradleyi* Schwaz, 1932, *Melipona* (*Eomelipona*) *illustris* Schwarz, 1932, *Melipona* (*Eomelipona*) *puncticollis* Friese, 1902, *Melipona* (*Melikerria*) grupo *compressipes*, *Melipona* (*Michmelia*) *lateralis* Erichson, 1848, *Melipona* (*Melipona*) *favosa* (Fabricius, 1798), *Melipona* (*Michmelia*) grupo *paraenses*, *Melipona* (*Michmelia*) *eburnea* Moure & Kerr, 1950 e *Melipona* (*Michmelia*) *fulva* Lepeletier, 1836.

Para o complexo subgênero *Melipona* (*Melikerria*), são encontradas cinco espécies, segundo Silva e Maciel (2023): *M. (Mk.) fasciculata* Smith, 1854, *M. (Mk.) interrupta* Latreille, 1811 e *M. (Mk.) compressipes* (Fabricius, 1804) com duas subespécies *M. (Mk.) c. compressipes* Moure, 1960 e *M. (Mk.) c. oblitescens* (Cockerell 1919).

In the most recent compilation of stingless bees in Brazil (NOGUEIRA, 2023), 38 valid species of *Meliponini* are cataloged for the state of Roraima. They are: *Aparatrigona impuctata* (Ducke, 1916), *Friesella flavicornis* (Fabricius, 1798), *Geotrigona (Geotrigona) subgrisea* (Cockerell, 1920), *Lestrimelitta glabrata* Camargo & Moure, 1996, *Lestrimelitta maracaia* Marchi & Melo, 2006, *Lestrimelitta monodonta* Camargo & Moure, 1989, *Lestrimelitta rufipes* (Friese, 1903), *Melipona (Eomelipona) marginata* Schwarz, 1932, *Melipona (Meliponiella) bradleyi* Schwarz, 1932, *Melipona (Melikerria) compressipes* (Fabricius, 1804), *Melipona (Melipona) favosa* (Fabricius, 1798), *Melipona (Michmelia) cramptoni* Cockerell, 1920, *Melipona (Michmelia) fulva* Lepeletier, 1836, *Melipona (Michmelia) lateralis* Erichson, 1848, *Melipona (Michmelia) seminigra* Friese, 1903, *Nogueirapis batistai* Nogueira, 2020, *Partamona ferreirai* Pedro & Camargo, 2003, *Partamona mourei* Camargo, 1980, *Partamona nigrior* (Cockerell, 1925), *Partamona vicina* Camargo, 1980, *Scaptotrigona (Sakagamilla) hylaeana* Nogueira & Santos-Silva, 2022, *Scaptotrigona (Scaptotrigona) nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022, *Scaura latitarsis* (Friese, 1900), *Scaura longula* (Lepeletier, 1836), *Scaura amazonica* Nogueira, Oliveira & Oliveira, 2019, *Tetragona (Tetragona) beebei* (Schwarz, 1938), *Tetragona (Tetragona) clavipes* (Fabricius, 1804), *Tetragona (Tetragona) dorsalis* (Smith, 1854), *Tetragona (Tetragona) goettei* (Friese, 1900), *Tetragona (Tetragona) handlirschii* (Friese, 1900), *Tetragona (Tetragona) kaieteurensis* (Schwarz, 1938), *Tetragona (Ptilotrigona) lurida* (Smith, 1854), *Trigona (Aphaneuropsis) cilipes* (Fabricius, 1804), *Trigona (Aphaneuropsis) lacteipennis* Friese, 1900, *Trigona (Aphaneura) pallens* (Fabricius, 1798), *Trigona (Aphaneura) williana* Friese, 1900 and *Trigonisca duckei* (Friese, 1900).

Information on bee species richness in the state of Roraima is still insufficient. According to Oliveira *et al.* (2010), the scarcity of scientific data on biodiversity in Roraima is mainly due to the absence of systematic and long-term sampling, the geographical limitation of collections – generally concentrated along the Branco River and the BR-174 highway – and the low level of interest from researchers in local topics. Nevertheless, the authors emphasize that the high species richness of bees in the state may be associated with the diversity of biomes and altitudinal variation, reinforcing the importance of Roraima for the conservation of Amazonian biodiversity.

Na compilação mais recente das abelhas sem ferrão do Brasil (NOGUEIRA, 2023), estão catalogadas 38 espécies válidas de *Meliponini* para o estado de Roraima. São elas: *Aparatrigona impuctata* (Ducke, 1916), *Friesella flavicornis* (Fabricius, 1798), *Geotrigona (Geotrigona) subgrisea* (Cockerell, 1920), *Lestrimelitta glabrata* Camargo & Moure, 1996, *Lestrimelitta maracaia* Marchi & Melo, 2006, *Lestrimelitta monodonta* Camargo & Moure, 1989, *Lestrimelitta rufipes* (Friese, 1903), *Melipona (Eomelipona) marginata* Schwarz, 1932, *Melipona (Meliponiella) bradleyi* Schwarz, 1932, *Melipona (Melikerria) compressipes* (Fabricius, 1804), *Melipona (Melipona) favosa* (Fabricius, 1798), *Melipona (Michmelia) cramptoni* Cockerell, 1920, *Melipona (Michmelia) fulva* Lepeletier, 1836, *Melipona (Michmelia) lateralis* Erichson, 1848, *Melipona (Michmelia) seminigra* Friese, 1903, *Nogueirapis batistai* Nogueira, 2020, *Partamona ferreirai* Pedro & Camargo, 2003, *Partamona mourei* Camargo, 1980, *Partamona nigrior* (Cockerell, 1925), *Partamona vicina* Camargo, 1980, *Scaptotrigona (Sakagamilla) hylaeana* Nogueira & Santos-Silva, 2022, *Scaptotrigona (Scaptotrigona) nigrohirta* Nogueira & Santos-Silva, 2022, *Scaura latitarsis* (Friese, 1900), *Scaura longula* (Lepeletier, 1836), *Scaura amazonica* Nogueira, Oliveira & Oliveira, 2019, *Tetragona (Tetragona) beebei* (Schwarz, 1938), *Tetragona (Tetragona) clavipes* (Fabricius, 1804), *Tetragona (Tetragona) dorsalis* (Smith, 1854), *Tetragona (Tetragona) goettei* (Friese, 1900), *Tetragona (Tetragona) handlirschii* (Friese, 1900), *Tetragona (Tetragona) kaieteurensis* (Schwarz, 1938), *Tetragona (Ptilotrigona) lurida* (Smith, 1854), *Trigona (Aphaneuropsis) cilipes* (Fabricius, 1804), *Trigona (Aphaneuropsis) lacteipennis* Friese, 1900, *Trigona (Aphaneura) pallens* (Fabricius, 1798), *Trigona (Aphaneura) williana* Friese, 1900 e *Trigonisca duckei* (Friese, 1900).

As informações sobre a riqueza de espécies de abelhas para o estado de Roraima ainda são insuficientes. Segundo Oliveira *et al.* (2010), a escassez de informações científicas sobre a biodiversidade em Roraima deve-se, principalmente, à ausência de amostragens sistemáticas e de longa duração, à limitação geográfica das coletas – geralmente concentradas ao longo do rio Branco e da BR-174 – e ao baixo interesse dos pesquisadores por temas locais. Ainda assim, os autores destacam que a elevada riqueza de espécies de abelhas no estado pode estar associada à diversidade de biomas e à variação altitudinal, reforçando a importância de Roraima para a conservação da biodiversidade amazônica.

Palinology

Silva (1998), in a savanna area in the community of Contão, municipality of Pacaraima, identified 52 pollen types in pollen samples, distributed across 34 families, with Mimosaceae (Fabaceae), Sapindaceae, and Rubiaceae being the most represented. In the honey samples, 21 pollen types from 13 families were found, with Mimosaceae (Fabaceae) and Anacardiaceae predominating. The most frequent species were *Curatella americana* L. and *Mimosa polydactyla* Humb. & Bonpl. ex Willd. The author highlighted the botanical diversity associated with bees in the region.

Silva and Rebouças (1998) analyzed honey samples to identify the plant species visited by *A. mellifera* bees and suggested that the likely source of the bitter honey in Roraima was the pollen of *Protium* sp. and *Vochysia guianensis* Aubl. However, Marques-Souza and Kerr (2003), after analyzing honey samples from the municipality of Mucajaí, suggested *Protium* sp. alone as the cause of the bitter taste, since this pollen type accounted for over 60% of the analyzed samples, and no *Vochysia* sp. pollen was found. Silva (2005), through field observations and palynological analyses, once again concluded that the floral origin of the bitter honey was nectar from *V. guianensis*. Finally, Maciel (2013) analyzed samples of bitter honey from the municipality of Cantá and confirmed, through chemical and melissopalynological analyses, that the floral origin of this type of honey was associated with *Vochysia* sp.

Silva and Absy (2000) analyzed honey samples from the community of Contão, municipality of Pacaraima, and identified 20 pollen types from 13 families and 18 genera. Matos *et al.* (2014) conducted a pollen characterization of 62 species from 25 plant families in the Bosque dos Papagaios in Boa Vista, and Silva *et al.* (2015) investigated the mortality of *A. mellifera* bees at Fazenda Progresso, in Cantá, confirming the toxicity of pollen from *Ferdinandusa paraensis* Ducke to honey bees.

Products such as propolis and royal jelly have received little palynological attention. To advance melissopalynology, it is necessary to strengthen the training of human resources, invest in research institutions, and publish more pollen catalogs to facilitate identification in the context of a highly diverse flora (SOUZA *et al.*, 2019).

Palinologia

Silva (1998), em uma área de savana na comunidade do Contão, município de Pacaraima, identificou 52 tipos polínicos em amostras de pólen, distribuídos em 34 famílias, sendo Mimosaceae (Fabaceae), Sapindaceae e Rubiaceae as mais representadas. Nas amostras de mel, 21 tipos de pólen de 13 famílias foram encontrados, predominando Mimosaceae (Fabaceae) e Anacardiaceae. As espécies mais frequentes foram *Curatella americana* L. e *Mimosa polydactyla* Humb. & Bonpl. ex Willd. O autor destacou a diversidade botânica associada às abelhas na região.

Silva e Rebouças (1998) analisaram amostras de méis para identificar as espécies visitadas por abelhas *A. mellifera* e sugeriram a provável fonte para o mel amargo em Roraima, como sendo o pólen de *Protium* sp. e *Vochysia guianensis* Aubl. No entanto, Marques-Souza e Kerr (2003), após análise de amostras de mel no município de Mucajaí, sugeriram apenas o *Protium* sp. como causador do sabor amargo, já que nas amostras analisadas esse tipo polínico apresentou frequência superior a 60%, e não foi encontrado pólen de *Vochysia* sp. Silva (2005), realizando observações de campo e análises palinológicas, concluiu novamente que a origem floral do mel amargo era de néctar de *V. guianensis*. Por fim, Maciel (2013) analisou amostras de mel amargo do município do Cantá e confirmou, após análises química e melissopalínológica, que a origem floral desse tipo de mel estava associada à *Vochysia* sp.

Silva e Absy (2000) analisaram amostras de méis da comunidade do Contão, município de Pacaraima, e identificaram 20 tipos polínicos de 13 famílias e 18 gêneros. Matos *et al.* (2014) realizaram a caracterização polínica de 62 espécies de 25 famílias de plantas do Bosque dos Papagaios em Boa Vista, e Silva *et al.* (2015) investigaram a mortalidade de abelhas *A. mellifera* na Fazenda Progresso, Cantá, e confirmaram a toxicidade do pólen da espécie *Ferdinandusa paraensis* Ducke para as abelhas melíferas.

Produtos como própolis e geleia real têm recebido pouca atenção palinológica. Para avançar na melissopalínologia, é necessário fortalecer a formação de recursos humanos, investir em institutos de pesquisa e publicar mais catálogos de pólen para facilitar a identificação em um contexto de flora diversificada (SOUZA *et al.*, 2019).

Public health

The widespread availability of nesting sites in urban areas – such as attics, walls, trees, and abandoned structures – combined with the highly defensive behavior of Africanized bees, has contributed to an increase in the frequency of attacks. Contact with colonies has become common, especially in environments near residences and animal shelters. In many cases, incidents occur when individuals, unaware of the presence of a swarm, approach or attempt to remove it using objects or chemicals, often without personal protective equipment. Additionally, accidents can happen even through accidental contact with a single bee (MELLO *et al.*, 2003).

Accidents involving Africanized *A. mellifera* bees in Roraima have become a public health issue. Cruz *et al.* (2022) – in a work derived from Cruz (2021) – analyzed data from the SUS Information and Informatics Department (DATASUS) between 2007 and 2019 and applied socio-epidemiological questionnaires to beekeepers in the central region of the state. The results indicated a trend toward increased cases in the coming years, particularly during the peak honey production period, due to swarming and population growth of the bees. Beekeepers are not among the most affected groups. The study highlighted the risks of these incidents and suggested supporting preventive strategies in vulnerable areas.

Maciel *et al.* (2024) were pioneers in analyzing 743 reports of bee-related incidents filed by the Roraima Military Fire Department between 2020 and 2023. The cases were concentrated in the capital, Boa Vista, especially in the West Zone and Central areas. Residences and trees were the main nesting sites. The most commonly used control method was fire, and most cases occurred during the dry season. Only 9% of the incidents had environmental authorization for swarm control. The study underscored the need for public policies focused on swarm management and environmental awareness.

Saúde pública

A ampla disponibilidade de locais para nidificação em áreas urbanas, como forros, muros, árvores e estruturas abandonadas, aliada ao comportamento altamente defensivo das abelhas africanizadas, tem contribuído para o aumento da frequência de ataques. O contato com colônias tornou-se comum, especialmente em ambientes próximos a residências e abrigos de animais. Em muitos casos, os acidentes ocorrem quando pessoas, sem perceber a presença do enxame, aproximam-se ou tentam removê-lo utilizando objetos ou produtos químicos, frequentemente sem equipamentos de proteção individual. Além disso, incidentes podem acontecer até mesmo no contato acidental com uma única abelha (MELLO *et al.* 2003).

Os acidentes envolvendo abelhas *A. mellifera* africanizadas em Roraima, tornaram-se uma questão de saúde pública. Cruz *et al.* (2022) – na obra derivada de Cruz (2021) – analisaram os dados do Departamento de Informação e Informática do SUS (DATASUS), entre 2007 e 2019, e aplicaram questionários socioepidemiológicos aos apicultores da região central do estado. Os resultados indicaram tendência de aumento dos casos nos próximos anos, especialmente durante o período de maior produção de mel, devido à enxameação e ao crescimento populacional das abelhas. Os apicultores não estão entre os principais afetados. O estudo alertou sobre os riscos dos acidentes e sugeriu apoiar estratégias de prevenção em áreas vulneráveis.

Maciel *et al.* (2024) foram pioneiros ao analisar 743 relatórios sobre ocorrências com abelhas do Corpo de Bombeiros Militar de Roraima, no período de 2020 a 2023. Os casos concentraram-se na capital Boa Vista, especialmente na Zona Oeste e no Centro. Residências e árvores foram os principais locais de nidificação. O método mais utilizado para controle foi o fogo, e a maioria dos casos ocorreu no período seco, sendo que em apenas 9% das ocorrências havia autorização ambiental para o controle dos enxames. O estudo destacou a necessidade de políticas públicas focadas no manejo de enxames e na conscientização ambiental.

Micology

In the field of mycology, Simas (2015) analyzed honey samples from Roraima to ensure food safety. Eight samples were collected from different locations during both the rainy and dry seasons. Fungi were identified using morphological and molecular methods. Only one sample, from Mucajaí during the rainy season, exceeded safety limits for fungal growth. A total of 19 fungal morphotypes were identified, including potentially toxigenic genera such as *Penicillium*, *Paecilomyces*, and *Eurotium*, with some species posing health risks. The results highlight the need for quality control and the implementation of good manufacturing practices to ensure the safety of honey in the region.

Meliponiculture

The rational keeping of stingless bees is known as meliponiculture, and this activity has shown a positive environmental impact by promoting sustainability, conserving pollinators, and operating in an interdisciplinary manner. It integrates “environmental” domains (ecosystem services maintenance, environmental restoration, environmental awareness, and biological conservation), “cultural” (traditional knowledge, innovation, science, and environmental education), “social” (leisure, social interaction, social inclusion, and quality of life), and “economic” (bee products, meliponiculture supplies, agricultural pollination, and income generation), which together form the universe of meliponiculture (BARBIÉRI; FRANCOY, 2020).

Currently, stingless beekeeping is an emerging activity in the state of Roraima. There are few meliponiculturists, who are rudimentarily organized, and there are no reports of the practice among Indigenous communities in the state. A leading figure in the field is Mr. João Almeida (Figure 2), one of the pioneers of meliponiculture in the state and owner of the largest stingless bee farm in the region, with species from the genera *Scaptotrigona*, *Melipona*, *Tetragona*, and *Frieseomelitta*. He is recognized as a reference in the area and an active participant in teaching, research, and extension activities across various institutions.

Micologia

Na área de micologia, Simas (2015) analisou amostras de méis de Roraima para garantir a segurança alimentar. Foram coletadas oito amostras de diferentes locais nos períodos chuvoso e seco. Os fungos foram identificados por métodos morfológicos e moleculares. Apenas uma amostra, de Mucajaí no período chuvoso, ultrapassou os limites de segurança para o crescimento fúngico. No total, foram identificados 19 morfotipos de fungos, incluindo gêneros potencialmente toxigênicos como *Penicillium*, *Paecilomyces* e *Eurotium*, com algumas espécies oferecendo riscos à saúde. Os resultados destacam a necessidade de controle de qualidade e da aplicação de Boas Práticas de Fabricação para garantir a segurança dos méis na região.

Meliponicultura

A prática da criação racional de abelhas sem ferrão é chamada de meliponicultura e a atividade tem demonstrado impacto positivo no meio ambiente, pois promove a sustentabilidade, conservando os polinizadores e atuando de modo interdisciplinar, integrando domínios “ambientais” (manutenção dos serviços ecossistêmicos, recuperação ambiental, consciência ambiental e conservação biológica), “culturais” (conhecimento tradicional, inovação, ciência e educação ambiental), “sociais” (lazer, interações sociais, inclusão social e qualidade de vida) e “econômicos” (produtos de abelhas, produtos para meliponicultura, polinização agrícola e emprego/renda), que compõem o universo da meliponicultura (BARBIÉRI; FRANCOY, 2020).

Atualmente a criação de abelhas sem ferrão é uma atividade embrionária no estado de Roraima, existem poucos meliponicultores que se organizam rudimentarmente e não há relatos da atividade em comunidades indígenas no estado. Um expoente na área é o Sr. João Almeida (Figura 2), um dos pioneiros na meliponicultura do estado e proprietário do maior meliponário da região, com espécies dos gêneros *Scaptotrigona*, *Melipona*, *Tetragona* e *Frieseomelitta*, sendo referência na área e participante ativo das atividades de ensino, pesquisa e extensão de várias instituições.



Figure 2 - The beekeeper and meliponiculturist João Almeida showing a stingless bee hive to the Amazônia Rural news program, broadcast by Rede Amazônica. The program can be viewed at the following link: <https://globoplay.globo.com/v/8081699/>.

Source - Maciel (2019).

Figura 1 - O apicultor e meliponicultor João Almeida mostrando uma colmeia de abelha sem ferrão para a reportagem do programa Amazônia Rural, da emissora Rede Amazônica. O programa pode ser assistido através do link: <https://globoplay.globo.com/v/8081699/>.

Fonte - Maciel (2019).

Oliveira (2019) established and characterized five experimental meliponaries in Roraima, linking them to the dimensions of sustainability, and analyzed the composition of honey from *Scaptotrigona polysticta* Moure, 1950 across different phytophysionomies (forest, savanna, and ecotone) and climatic periods (dry and rainy seasons). The results showed significant variations in honey composition due to climate and vegetation, highlighting the need for state-level regulation regarding quality standards for native honey. The study emphasized the importance of research and planning to promote the sustainability of meliponiculture in Roraima.

The book “PUU NAKI THEÃ ONI: Yanomami Knowledge about Bees” (ALBERT; SENRA, 2021) presents research on stingless bees in the Yanomami Indigenous Territory, Roraima, conducted by young Yanomami researchers under the guidance of elders and with the support of the Socio-Environmental Institute (ISA). Carried out between 2016 and 2018, the study cataloged 32 bee names, documented nests, and described species characteristics.

Oliveira (2019) implantou e caracterizou cinco meliponários experimentais em Roraima, associando-os às dimensões da sustentabilidade, e analisou a composição do mel de *Scaptotrigona polysticta* Moure 1950, em diferentes fitofisionomias (floresta, savana e ecótono) e períodos climáticos (seco e chuvoso). Os resultados mostraram variações significativas na composição do mel devido ao clima e à vegetação, destacando a necessidade de regulamentação estadual para parâmetros de qualidade do mel nativo. A pesquisa enfatizou a importância de estudos e planejamento para promover a sustentabilidade da meliponicultura em Roraima.

O livro “PUU NAKI THEÃ ONI: O conhecimento yanomami sobre abelhas” (ALBERT; SENRA, 2021) apresenta uma pesquisa sobre abelhas sem ferrão na Terra Indígena Yanomami, Roraima, conduzida por jovens pesquisadores yanomami com orientação de anciãos e apoio do Instituto Socioambiental (ISA). Realizada entre 2016 e 2018, a pesquisa catalogou 32 nomenclaturas de abelhas, registrou ninhos e descreveu características das espécies.

In the recent book by Prata *et al.* (2025), the authors highlight the importance of meliponiculture in Roraima, emphasizing the keeping of native species adapted to local conditions. Addressing topics such as which species to raise in the state and how to start and maintain a meliponary, the work presents essential guidelines for crafting trap nests, transferring colonies, and properly managing stingless bees. In addition, it discusses key aspects such as queen formation, colony multiplication, and supplemental feeding during critical periods. With detailed instructions on honey harvesting, bottling, and activity regulation, this book not only strengthens the sustainable development of meliponiculture today but also serves as a reference for future work, supporting the conservation of native bees and the valorization of meliponiculture in the state.

According to Oliveira *et al.* (2013), the practice of meliponiculture promotes the conservation and growth of native stingless bee populations, supporting biodiversity conservation and the functioning of natural ecosystems. It encourages the implementation of diversified agroforestry systems, enhances the pollination of fruit trees, provides a nutritious, energetic, and medicinal food source, and allows for the commercialization of high-quality honey at favorable prices for producers.

It should also be noted that the regulation of stingless bee products by health surveillance agencies and the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), along with in-depth studies on the producing species in each region, production costs, the profitability of different stingless bee species, and financial support through credit lines for meliponiculturists, are essential for the consolidation of the sector (VENTURIERI, 2008).

The relationship between stingless bees and Indigenous Brazilian ethnic groups is of great importance and scope, encompassing cultural, economic, and ecological aspects. This relationship is expressed through myths, belief systems, rituals, legends, and especially through the use of biological resources. Bees play an essential role in maintaining the traditions and cultural practices of various ethnic groups. Moreover, the Brazilian biodiversity and the range of ecological and socioeconomic services provided by these bees underscore the urgent need for studies that document the interaction between Indigenous communities and these insects (ARAÚJO *et al.*, 2023).

No recente livro de Prata *et al.* (2025), os autores destacaram a importância da meliponicultura em Roraima, enfatizando a criação de espécies nativas adaptadas às condições locais. Abordando temas sobre quais espécies criar no estado, como iniciar e manter um meliponário, a obra apresenta diretrizes essenciais para a confecção de ninhos-isca, a transferência de colônias e o manejo adequado das abelhas sem ferrão. Além disso, discute aspectos fundamentais como a formação de rainhas, a multiplicação de colônias e a suplementação alimentar em períodos críticos. Com orientações detalhadas sobre a colheita, envase do mel e regularização da atividade, este livro fortalece o desenvolvimento sustentável da meliponicultura no presente e, também, serve como referência para trabalhos futuros, auxiliando na conservação das abelhas nativas e na valorização da meliponicultura no estado.

A prática da meliponicultura fomenta, segundo Oliveira *et al.* (2013), a conservação e o aumento das populações de abelhas nativas sem ferrão, auxiliando na conservação da biodiversidade e no funcionamento dos ecossistemas naturais, estimulando a implementação de sistemas agrofloreais diversificados, incrementando na polinização de árvores frutíferas, proporciona alimento nutritivo, energético e medicinal, além de permitir a comercialização de mel de qualidade e com preço vantajoso para os produtores.

Deve-se observar também que a regulamentação dos produtos de meliponíneos pelos órgãos de vigilância sanitária e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), além de estudos aprofundados sobre as espécies produtoras em cada região, custos de produção, rentabilidade das diferentes espécies de abelhas sem ferrão e o apoio financeiro na forma de linhas de crédito para os meliponicultores são fundamentais para a consolidação do setor (VENTURIERI, 2008).

A relação entre as abelhas sem ferrão e as etnias indígenas brasileiras é de extrema importância e abrangência, englobando aspectos culturais, econômicos e ecológicos. Essa relação é manifestada por meio de mitos, sistemas de crenças, rituais, lendas e, principalmente, na utilização dos recursos biológicos. As abelhas desempenham papel essencial na manutenção das tradições e práticas culturais de diversas etnias. Além disso, a biodiversidade brasileira e a variedade de serviços ecológicos e socioeconômicos oferecidos por essas abelhas destacam a necessidade urgente de realizar estudos que documentem a interação entre as comunidades indígenas e esses insetos (ARAÚJO *et al.*, 2023).

CONCLUSION

The research conducted contributes to the understanding of apiculture, meliponiculture, biodiversity, and public health in Roraima;

The data reveal the importance of the topic, contrasting with the scarcity of studies in the state;

There is a need for increased investment in research and the training of qualified professionals;

Technical training and strengthening scientific production are essential for the advancement of apiculture and meliponiculture;

The sustainable growth of apiculture and meliponiculture can generate environmental and economic benefits for the region;

Many studies have not been published in scientific journals, which delays the progress of knowledge;

There are no records of palynological studies using stingless bees in the state to date.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Perdiz for his valuable contributions and CAPES for its financial support, through the granting of scholarships under the Social Demand Program (DS).

CONCLUSÕES

As pesquisas realizadas contribuem para a compreensão da apicultura, meliponicultura, biodiversidade e saúde pública em Roraima;

Os dados revelam a importância do tema, contrastando com a escassez de estudos no estado;

Há necessidade de mais investimentos em pesquisas e na formação de profissionais qualificados;

A capacitação técnica e o fortalecimento da produção científica são fundamentais para o avanço da apicultura e meliponicultura;

O crescimento sustentável da apicultura e meliponicultura pode gerar benefícios ambientais e econômicos para a região;

Muitos trabalhos não foram publicados em revistas científicas, o que atrasa o progresso do conhecimento;

Não há registros de estudos em palinologia utilizando abelhas sem ferrão no estado até o momento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Perdiz pelas valiosas contribuições e à CAPES pelo apoio financeiro, por meio da concessão de bolsas no âmbito do Programa de Demanda Social (DS).

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ABNT. **Normalização**: Guia de uso e aplicação de normas da cadeia apícola. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Rio de Janeiro: ABNT; SEBRAE, 2012. 63 p.
- ALBERT, B.; SENRA, E. **Puu naki thëã oni**: o conhecimento Yanomani sobre abelhas. 1. ed. São Paulo: Instituto Socioambiental e Hutukara Associação Yanomami, 2021. 140 p.
- ALCARCÉL, L. C. R. **Avaliação de formulações alimentares no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) na savana amazônica de Roraima**. 2011, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.
- ALVES, F. C. G.; SILVA, S.; CABRAL, G. H. Adulteração, conformidades de envasamento e rotulagem de méis vendidos nas feiras-livres da cidade de Boa Vista, Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 15, n. 2, p. 29-43, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v.15.i2.1185>
- ANDERSON, D. L.; TRUEMAN, J. W. H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. **Experimental & Applied Acarology**, v. 24, n. 3, p. 165-189, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006456720416>
- ARAÚJO, R.; ANDRADE, W.; NOGUEIRA, E. Povos indígenas e abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) nas macrorregiões brasileiras. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 9, n. 29, p. 181-198, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21920/recei72023929181198>
- BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. Theoretical model for interdisciplinary analysis of human activities: Meliponiculture as an activity that promotes sustainability. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190020r2vu2020L4AO>
- BARBOSA, A. M.; LOPES, G. N.; BARBOSA, J. B. F. Análise Econômica da Apicultura no Estado de Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v. 1, n. 1, p. 53-58, 2007. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v1i1.149>
- BARBOSA, S. R. M. **Sazonalidade ambiental no teor de fenólicos e atividade antioxidante de própolis em áreas de floresta e savana de Roraima**. 2016, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.
- BARBOSA, S. R.; HOLANDA, G. C.; COSTA, L. A. M. A.; FLACH, A. Teor de fenólicos e atividade antioxidante de própolis em áreas de floresta e savana de Roraima. **RCT - Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 39-48, dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.18227/rct.v2i3.3869>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Instrução Normativa Nº 03, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 18, 23 jan. 2001. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=46&data=23/01/2001>. Acesso em: 8 mar. 2025.
- CHAVES, J. S.; BENEZAR, R. M. C.; VICENTE, A. C. A.; SILVA, L. E. Produção de abelhas rainhas africanizadas *Apis mellifera* L. no sul do estado de Roraima - Brasil. **Norte Científico**, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2011.
- CHAVES, J. S.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; MATOS, S. M.; NASCIMENTO, J. P. S.; SILVA, H. S.; SILVA, O. X.; SOARES, R. B.; SILVA, L. S. Produção de abelhas rainhas africanizadas *Apis mellifera* L. pelo método de puxada artificial. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 80839-80847, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-489>
- CRUZ, V. R. R. **Características socioeconômicas e ambientais da produção de mel apícola no estado de Roraima**. 2021, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2021.

CRUZ, V. R. R.; CABRAL, G. H.; SILVA, S. J. R. Caracterização e predição de acidentes com abelhas africanizadas em Roraima, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 16, n. 2, p. 95-109, 2022.

CRUZ, V. R. R.; CABRAL, G. H.; SILVA, S. J. R.; PEREIRA, M. J. A. Produção e venda de mel apícola no lavrado de Roraima, extremo norte da Amazônia Brasileira. **Revista Sustinere**, v. 11, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2023.75646>

FARIAS, L. R.; MENDES, T. M. F. D. F.; PANERO, F. D. S.; SATELLES, J. L. Caracterização físico-químicas de méis de abelhas de alguns municípios do estado de Roraima. **Periódico Tchê Química**, v. 15, n. 29, p. 39-48, jan. 2018.

FERREIRA NETO, D. C.; SOUZA, E. C. A.; COSTA, L. A. M. A.; FLACH, A. Identification of lipophylic constituents of the nest of *Frieseomelitta silvestrii* (FRIESE, 1902). **Natural Product Research**, v. 35, n. 21, p. 4188-4191, 2021.

FERREIRA, E. A.; PAIXÃO, M. V. S.; KOSHIYAMA, A. S.; LORENZON, M. C. A. Meliponicultura como ferramenta de aprendizado em educação ambiental. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 3, p. 162-174, 2013. DOI: <https://doi.org/10.22409/resa2013.v6i3.a21149>

FERREIRA, M.; SIQUEIRA, H.; CIPRIANO, L. C.; MESSIAS, C. T.; SIQUEIRA, A. Percepção a respeito do consumo de mel no estado de Roraima. **Ars Veterinaria**, v. 38, n. 2, p. 49, jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2022v38n2p49-56>

FUNARI, S. R. C.; ZEIDLER, P. R.; ROCHA, H. C.; SFORCIN, J. M. Venom production by africanized honeybees (*Apis mellifera*) and africanized-european hybrids. **Journal Venomous Animals and Toxins**, v. 7, n. 2, p. 190-198, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-79302001000200005>

GAGE, S. L.; AHUMADA, F.; RIVERA, A.; GRAHAM, H.; DEGRANDI-HOFFMAN, G. Smoke conditions affect the release of the venom droplet accompanying sting extension in honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Insect Science**, v. 18, n. 4, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey073>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Pecuária Municipal 2021**. Rio de Janeiro, v. 49, [s.i], p. 1-12, 2021.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C.; ASSIS, M. G. P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2001.

KHAN, K. A.; GHARAMH, H. A.; AHMAD, Z. Honey bee (*Apis mellifera jemenitica*) colony performance and queen fecundity in response to different nutritional practices. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 5, p. 3151-3156, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.056>

LOMELE, R. L.; EVANGELISTA, A.; ITO, M. M.; ITO, É. H.; GOMES, S. M. A.; ORSI, R. O. Produtos naturais no comportamento defensivo de *Apis mellifera* L. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 32, n. 3, p. 285-291, 2010.

MACIEL, E. S. **Eficiência de diferentes combustíveis para fumigador na defensividade de abelhas *Apis mellifera* africanizadas em Roraima**. 2023, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2023.

MACIEL, E. S. **Momento da reportagem sobre meliponicultura, para e emissora Rede Amazônica, com o produtor João Almeida, Mucajaí, Roraima**. [Fotografia]. Boa Vista: Acervo pessoal, 2019.

MACIEL, E. S.; SILVA, S. J. R.; CRUZ, V. R. R. Análise das ocorrências com abelhas africanizadas de 2020 a 2023 em Roraima, Brasil. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 3, p. e5639, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.3-160>

MACIEL, I. N. A. **Atividade antioxidante, caracterização química e botânica de mel amargo proveniente do município do Cantá – RR**. 2013, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

MADURO, C. B. **Produção de Néctar e Potencial para Produção de Mel de *Acacia mangium* Willd (Fabaceae, Mimosaceae) no Estado de Roraima**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista. 2019.

MADURO, C.; SILVA, S.; MACIEL, E.; CABRAL, G. Produção de néctar e potencial para produção de mel de *Acacia mangium* Willd (Leguminosae, Mimosoideae) no Estado de Roraima. **Bol. Mus. Int. de Roraima (Online)**, v. 13, n. 01, p. 01–17, dez. 2020.

MAIA, S. F. T.; SILVA, S. J. R. Análise faunística de abelhas *Euglossina* (Hymenoptera: Apidae) em ambientes de floresta nativa e plantios de *Acacia mangium* no Estado de Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 2, p. 42-50, 2008. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v2i2.241>

MARCHINI, L. C. **Um padrão nacional para o mel**. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/um-padrao-nacional-para-o-mel>. Acesso em: 16 abr. 2025.

MARQUELE-OLIVEIRA, F.; CARRÃO, D. B.; SOUZA, R. O.; BAPTISTA, N. U.; NASCIMENTO, A. P.; TORRES, E. C.; MORENO, G. P.; BUSZINSKI, A. F. M.; MIGUEL, F. G.; CUBA, G. L.; REIS, T. F.; LAMBERTUCCI, J.; REDHER, C.; BERRETTA, A. A. Fundamentals of Brazilian Honey Analysis: An Overview. In: **Honey Analysis**. TOLEDO, V. D. A. A. [s.l.] InTech, 2017.

MARQUES-SOUZA, A. C.; KERR, W. E. Mel amargo de breu (*Protium* sp., Burseraceae). **Acta Amazonica**, v. 33, n. 2, p. 339-340, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392200332340>

MARTINS, E. S.; BENDINI, J. N.; SOUSA, S. S.; PINHEIRO, T. G.; PINHEIRO, T. G.; PIRES, A. P. The use of smoke in the control of the defensive behavior of *tiuba* bees. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 14, n. 2, p. 73-76, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21708/avb.2020.14.2.8907>

MATOS, M. N. F.; MADURO, C. B.; COSTA, C. S.; SILVA, S. J. R. Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, norte do Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 8, n. 1, p. 19-41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v8i01.765>

MELLO, M. H. S. H.; SILVA, E. A.; NATAL, D. Abelhas africanizadas em área metropolitana do Brasil: abrigos e influências climáticas. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 237-241, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000200012>

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. 2 ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 2007. 953 p.

MORETTO, G.; LEONIDAS, J. M. Infestation and distribution of the mite *Varroa destructor* in colonies of africanized bees. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 1, p. 83-86, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000100011>

NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of Ilha de Maracá, Roraima, northern Brazil. **Lundiana: International Journal of Biodiversity**, v. 6, n. 2, p. 117-119, 2005. DOI: <https://doi.org/10.35699/2675-5327.2005.22105>

NOGUEIRA, D. S. Overview of Stingless Bees in Brazil (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **EntomoBrasilis**, v. 16, p. e1041, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v16.e1041>

OLIVEIRA, D. A. **ABELHA NATIVA: implantação de meliponários e qualidade de mel em Roraima**. 2019, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2019.

OLIVEIRA, F. F. D.; RICHERS, B. T. T.; SILVA, J. R. D.; FARIAS, R. C.; MATOS, T. A. D. L. **Guia Ilustrado das Abelhas Sem-Ferrão das Reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Tefé: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá IDS/OS/MCTI, 2013.

OLIVEIRA, M. L.; SILVA, S. J.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, A. C. O.; ALBUQUERQUE, M. I. C.; TAVARES, S. F. Abelhas de Roraima: Por que tantas espécies em tão pouco espaço? In: **Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia**. BARBOSA, R. I., MELO, V. F. 2010.

OLIVEIRA, M. O. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. **Acta Apícola Brasilica**, v. 3, n. 2, p. 01-06, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18378/aab.v3i2.3623>

PANKIW, T. Reducing honey bee defensive responses and social wasp colonization with methyl anthranilate. **Journal of Medical Entomology**, v. 46, n. 4, p. 782-788, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1603/033.046.0408>

PEZENTE, L. G. **Características glicídicas e microbiológicas de méis de *Apis mellifera* produzidos em Roraima**. 2011, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

POMTIS, J. A. **Análise de voláteis, quantificação de fenóis, flavonoides e atividade antioxidante em méis de Roraima**. 2011, Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

POMTIS, J. A.; COSTA, L. A. M. A.; SILVA, S. J. R.; FLACH, A. Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. *Food Science and Technology*, v. 34, p. 69-73, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014005000015>

PRATA, E. M. B.; LIMA, M. L.; RAMOS, G.; SCHWADE, M. A. **Introdução à meliponicultura em Roraima: manual de apoio ao meliponicultor iniciante**. 1. ed. IFRR/Amajari: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, 2025. 34 p.

PROST, P. J. **Apicultura**. 2. ed. esp. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1984. 740 p.

SANTOS, B. R. **Avaliação da Qualidade Microbiologia e Bromatológica de Pólen Apícola Produzido em Roraima**. 2018, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.

SILVA, E. C. A.; MORETI, A. C. D. C. C.; ALVES, M. L. T. M. F.; DINIZ FILHO, J. A. F.; NETTO, J. C. Características das rainhas de *Apis mellifera* L. Oriundas de larvas com diferentes idades. I. aceitação, rendimento e peso das rainhas. *Boletim de Indústria Animal*, v. 50, n. 2, p. 125-129, 1993.

SILVA, J. B.; BARBOZA, A. S.; LIMA, L. S.; PRAZERES, A. R.; OLIVEIRA, F. P. M.; MORAES, C. M. Pesquisas de fraudes em méis no estado do Pará, Brasil. *Ars Veterinaria*, v. 36, n. 4, p. 230-235, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2020v36n4p230-235>

SILVA, L. P.; JUNIOR, E. F. As Abelhas e sua relevante importância no processo de polinização. *Revista Interface Tecnológica*, v. 19, n. 1, p. 248-259, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31510/infa.v19i1.1369>

SILVA, R. M. B.; SILVA, E. C. A.; KALIL, E. B. Estudo comparativo de combustíveis para fumigador apícola. *Boletim de Indústria animal*, v. 39, n. 1, p. 75-79, 1982.

SILVA, S. J. R. Entomofauna de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M., COSTA E SOUZA, J. M. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade, e Potencialidades Agrossilvipastoris**. FEMACT, Boa Vista, p. 139-153, 2005.

SILVA, S. J. R. **Fontes de pólen, pólen tóxico e mel amargo utilizados por abelhas (*Apis mellifera* L.) africanas e seus híbridos com italianas e cárnicas, na Amazônia setentrional, Roraima, Brasil**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2005.

SILVA, S. J. R. Influência da enxameação artificial na produção de mel em colmeias de *Apis mellifera*. *Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)*, v. 2, n. 2, p. 41-47, 1991.

SILVA, S. J. R. Plantas melíferas de Roraima: Parte I. *Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)*, v. 1, n. 1, p. 12-16, 1990.

SILVA, S. J. R. **Recursos tróficos de abelhas *Apis mellifera* L. (Himenóptera, Apidae) em uma área de savana do Estado de Roraima: fontes de néctar e pólen**. 1998, 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998.

SILVA, S. J. R.; ABSY, M. L. Análise do pólen encontrado em amostras de mel de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em uma área de savana de Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 4, p. 579-588, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43922000304588>

SILVA, S. J. R.; ABSY, M. L.; FLACH, A.; NEVES, R. O.; MALASPINA, O. Toxicidade do pólen de *Ferdinandusa paraensis* Ducke (Rubiaceae) para abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em Roraima, Brasil, região Amazônica. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 9, n. 1, p. 12-18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v9i01.776>

SILVA, S. J. R.; CABRAL, G. H.; MADURO, C. B.; MACIEL, E. S. Espécies vegetais utilizadas como pasto apícola por abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de savana de Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 14, n. 1, p. 50-61, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v14i01.994>

SILVA, S. J. R.; CASADIO, G. M. L. Infestação de colônias de *Apis mellifera* L. por varroa *Jacobsoni oudemans* na aldeia do Contão, Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 5, p. 13-18, 1999.

SILVA, S. J. R.; GAMA NETO, J. D. L.; PARENTE, F. D. S. Abundância e diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Serra do Tepequém, município de Amajari, Roraima, Brasil. **Agro@ambiente On-Line**, v. 7, n. 2, p. 225, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i2.1229>

SILVA, S. J. R.; MACIEL, E. S. Abelhas *Melipona (Melikerria)* (Hymenoptera Apidae) de Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 15, n. 1, p. 29-44, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v15i1.1186>

SILVA, S. J. R.; MACIEL, E. S.; CABRAL, G. H. Novo registro de *Melipona (Eomelipona) amazonica* Shulz, 1905 e *Melipona (Eomelipona) illustris* Schwarz, 1932 (Apidae, Meliponina) para o Estado de Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 14, n. 01, p. 13-14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v14i01.987>

SILVA, S. J. R.; REBOUÇAS, M. A. P. Plantas melíferas de Roraima – parte II. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 4, n. 1, p. 31-38, 1998.

SILVA, S. J. R.; REBOUÇAS, M. A. P. Umidade do mel de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 6, p. 3-8, 2000. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v6i01.740>

SILVA, S. J. R.; SILVA, A. S.; PEREIRA, J. P. R. Riqueza e abundância de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmento de floresta, no município de Caracaraí, Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 9, n. 1, p. 1-07, 2015. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v9i01.777>

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A.; ALMEIDA, E. A. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1 ed. Guilherme Carnevale Carmona, 2002. 253 p.

SILVEIRA, M. S.; BREUNIG, E. T.; OESTREICH, L.; GOLDSCHMIDT, A. I. A importância das abelhas, da sustentabilidade e dos corredores ecológicos: estratégias de ensino para os anos iniciais do ensino fundamental. **VIDYA**, v. 41, n. 2, p. 61-78, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37781/vidya.v41i2.3828>

SIMAS, E. S. **Caracterização micológica de méis roraimenses como critério de segurança alimentar**. 2015, Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2015.

SOUZA, R. R.; ABREU, V. H. R.; NOVAIS, J. S. Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. **Palynology**, v. 43, n. 4, p. 690-700, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/01916122.2018.1542355>

VENTURIERI, G. C. Criação racional de meliponíneos: uma alternativa econômica entre os agricultores familiares amazônicos. **Mensagem Doce**, n. 96, p. 2-8, 2008.

VISSCHER, P. K.; VETTER, R. S.; ROBINSON, G. E. Alarm pheromone perception in honey bees is decreased by smoke (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 8, n. 1, p. 11-18, 1995.