UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ERICLES CHARLES DA SILVA MELO

ÁCAROS (ARACHNIDA: ACARI) ASSOCIADOS A ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI): REVISÃO BIBLIOMÉTRICA INTEGRATIVA E DESCRIÇÃO DE NOVOS REGISTROS PARA A CAATINGA E MATA ATLÂNTICA

Recife-PE
2024

ERICLES CHARLES DA SILVA MELO

ÁCAROS (ARACHNIDA: ACARI) ASSOCIADOS A ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI): REVISÃO BIBLIOMÉTRICA INTEGRATIVA E DESCRIÇÃO DE NOVOS REGISTROS PARA A CAATINGA E MATA ATLÂNTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Biologia Animal. Área de concentração: Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Simão Dias Vasconcelos

Coorientador: Prof. Dr. Airton Torres Carvalho

Recife-PE

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Melo, Ericles Charles da Silva.
Ácaros (Arachnida: Acari) associados a abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Meliponini): revisão bibliométrica integrativa e descrição de novos registros para a Caatinga e Mata Atlântica / Ericles Charles da Silva Melo. - Recife, 2024.
96f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal , 2024.
Orientação: Simão Dias Vasconcelos.
Coorientação: Airton Torres Carvalho.
Inclui referências e apêndices.

1. Meliponini; 2. Interações ecológicas; 3. Ácaros. I. Vasconcelos, Simão Dias. II. Carvalho, Airton Torres. III. Título.

ERICLES CHARLES DA SILVA MELO

ÁCAROS (ARACHNIDA: ACARI) ASSOCIADOS A ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI): REVISÃO BIBLIOMÉTRICA INTEGRATIVA E DESCRIÇÃO DE NOVOS REGISTROS PARA A CAATINGA E MATA ATLÂNTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Biologia Animal. Área de concentração: Ecologia

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. Simão Dias Vasconcelos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

_____
Profª. Drª. Debora Barbosa de Lima Melo (Examinadora Interna)

_____
Prof. Dr. Luiz Augustinho Menezes da Silva (Examinador Externo)

Dedico este trabalho à minha família, que de alguma forma me apoiaram na realização, me incentivando a perseguir meus sonhos e me proporcionando a base sólida para chegar até aqui. Aos meus amigos e colegas de pesquisa, que compartilharam comigo esta jornada acadêmica e contribuíram com suas ideias e companheirismo. Aos meus orientadores, pela confiança, paciência e orientação essencial ao longo deste caminho. E, por fim, a todos que acreditam no poder da ciência e da educação como agentes de transformação na vida de pessoas periféricas. Acredite!

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Grandemente, aos meus orientadores de pesquisa, Simão Dias Vasconcelos e Airton Torres Carvalho, por me apresentarem e despertarem a paixão pela ciência, pelo conhecimento compartilhado, pelos incentivos ao longo dos dois anos de pós-graduação, por abrirem as portas de seus laboratórios, pelos ensinamentos e por toda a paciência e compreensão.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa, que foi fundamental para minha permanência no curso.

À Universidade Federal de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela oportunidade de vivenciar um curso tão enriquecedor. Apesar dos desafios, sou profundamente grato por essa experiência.

Ao LINIF (Laboratório de Insetos de Importância Forense) por todo o apoio e amizade durante esse período. Que possamos continuar colaborando por muito mais tempo.

Ao Laboratório de Acarologia e todos os seus integrantes pelo apoio nesses dois anos de pesquisa. Vocês foram de suma importância no aprendizado desse grupo incrível que são os ácaros.

Aos amigos de departamento que fiz ao longo desse breve período, vocês foram essenciais para manter minha sanidade durante esses anos. Em especial, minhas amigas do LABDIN, Catarina Correia, Nídia Marinho, Larissa Bacelar Costa e Michely Lira.

Ao meu “quarteto fantástico” – Henrique, Kelly, Gabriela e eu – por formarmos o melhor grupo de fofocas e compartilharmos os melhores momentos de amizade. Que o tempo seja generoso conosco e nos permita viver ainda mais momentos juntos.

A meu IC Eduardo Luiz, que foi uma pessoa crucial na realização deste projeto. Passamos muito tempo juntos, desde a coleta até a escrita. Obrigado pelas risadas, pelas músicas de ótima qualidade (na maioria das vezes de origem duvidosa), pelo

esforço sempre, pelas ideias maravilhosas, por não ter desistido em momento algum e por ter sido tão importante nessa jornada.

Agradeço profundamente a todos os professores do PPGBA por todo o aprendizado técnico e científico proporcionado. Cada etapa desta dissertação foi construída com base no conhecimento adquirido durante a pós-graduação. Meu reconhecimento especial vai aos professores **Arthur Maia, Bruna Bezerra, Débora Lima, João Lucas, José Wagner Melo**, cuja orientação e aprendizado foi fundamental ao longo desta jornada.

A todos que abriram seus meliponários e ajudaram a enriquecer essa pesquisa. Em especial agradeço ao Sr. Rodrigo e Sra. Fátima; Ao Sr. Antônio por toda paciência e ajuda no manejo com as abelhas; A Professora Darclet Souza e Professor André Pimentel (UFRPE).

Ao casal Sr. Airton Carvalho e Sra. Mônica Spinelli por ter aberto as portas da sua casa e terem me abraçado nessa pesquisa. Como sempre não deixaram faltar em nada. Serei eternamente grato por tudo.

Ao Espaço ASA e todos os integrantes do LABEE (UFERSA), agradeço pelos dias que fui bem recebido e auxiliado, em especial ao pesquisador **Dirk Koedam,** pelos ensinamentos**.** As minhas pupilas de curto prazo Milena e Geizylane, por toda ajuda nas coletas e triagens da Caatinga.

Especialmente, à minha esposa, Erika Vanessa, por estar sempre ao meu lado, sendo meu barco, minha âncora e meu porto seguro. Espero que o tempo nos permita compartilhar muitos e longos anos juntos. Te amo!

A todos os meus familiares que acreditaram em mim e no meu potencial, mesmo nos momentos em que falhei. Em especial, agradeço à minha mãe, Patrícia Moreira, e à minha sogra, Rosenilda Macena, pelo empenho em me apoiar nessa jornada e na vida.

Não poderia deixar de agradecer à comunidade científica por sua contínua luta contra o negacionismo. Que sigamos firmes na defesa de um ensino superior público, inclusivo e de qualidade, para que mais pessoas como eu, vindas de cidades do interior e do campo, possam ter acesso a essa oportunidade.

RESUMO

As abelhas sem ferrão da tribo Meliponini (Apidae), compõem o grupo mais diverso de abelhas sociais, com distribuição global concentrada em regiões tropicais e subtropicais. O Brasil, detentor da maior biodiversidade desse grupo, abriga 259 espécies distribuídas em 28 gêneros. Ninhos de abelhas meliponíneas são comumente encontrados em cavidades de árvores, no solo e em construções humanas, abrigando uma diversidade de organismos, incluindo ácaros. Embora as interações entre ácaros e abelhas melíferas sejam amplamente documentadas, o conhecimento sobre a relação desses aracnídeos com abelhas sem ferrão ainda é limitado. Espécies de ácaros como *Pyemotes tritici* e *Tyrophagus putrescentiae*, que parasitam larvas ao se alimentarem de hemolinfa, representam ameaças significativas à meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão). Contudo, estudos sobre a diversidade, biologia e impacto ecológico dos ácaros em abelhas da Caatinga e outros domínios morfoclimáticos tropicais são escassos. O presente estudo aborda essas lacunas, a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre a ocorrência de ácaros associados a ninhos de Meliponini, a partir das seguintes variáveis: local de ocorrência da espécie de abelha, espécie de ácaro, tipo de interação ecológica, hábito alimentar e registro prévio em colmeias de *Apis melífera*. A revisão revela três ordens de ácaros (Sarcoptiformes, Trombidiformes e Mesostigmata), com 40 espécies registradas, predominantemente nas famílias Laelapidae e Tydeidae. As interações ecológicas foram categorizadas em mutualismo, comensalismo, predação e parasitismo, ressaltando uma dinâmica ecológica complexa. As etapas de campo desta pesquisa envolveram a coleta sistematizada de ácaros em ninhos de seis espécies de Meliponini em fragmentos de Mata Atlântica e Caatinga. Espécimes de diferentes estágios de desenvolvimento (imaturos e adultos) foram coletados e inspecionados visualmente para a presença de ácaros ectoparasitas, enquanto ácaros presentes no ninho foram aspirados mecanicamente. Nossos resultados registram dez morfoespécies de ácaros em seis espécies de abelhas sem ferrão, detalhando sua distribuição espacial nos ninhos e preferências de localização, sendo a borda o local mais infestado.

Palavras-chave: Meliponini; Meliponicultura; Interações ecológicas; Ácaros; Abelhas sem ferrão.

ABSTRACT

Stingless bees of the Meliponini tribe (Apidae) are the most diverse group of social bees, with a global distribution concentrated in tropical and subtropical regions. Brazil, which has the greatest biodiversity of this group, is home to 259 species distributed in 28 genera. Meliponine bee nests are commonly found in tree cavities, in the soil and in human buildings, and are home to a variety of organisms, including mites. Although interactions between mites and honeybees are widely documented, knowledge about the relationship between these arachnids and stingless bees is still limited. Mite species such as *Pyemotes tritici* and *Tyrophagus putrescentiae*, which parasitize larvae by feeding on hemolymph, represent significant threats to meliponiculture (the breeding of stingless bees). However, studies on the diversity, biology and ecological impact of mites on bees in the Caatinga and other tropical morphoclimatic domains are scarce. The present study addresses these gaps by conducting a systematic review of the literature on the occurrence of mites associated with Meliponini nests, based on the following variables: location of occurrence, bee species, mite species, type of ecological interaction, feeding habits and previous record in Apis mellifera hives. The review reveals three orders of mites (Sarcoptiformes, Trombidiformes and Mesostigmata), with 40 species recorded, predominantly in the families Laelapidae and Tydeidae. Ecological interactions were categorized as mutualism, commensalism, predation and parasitism, highlighting a complex ecological dynamic. The field stages of this research involved the systematic collection of mites in nests of six Meliponini species in fragments of Atlantic Forest and Caatinga. Specimens of different developmental stages (immature and adults) were collected and visually inspected for the presence of ectoparasitic mites, while mites present in the nest were mechanically aspirated. Our results record ten morphospecies of mites in six species of stingless bees, detailing their spatial distribution in the nests and location preferences, with the edge being the most infested site.

Keywords: Meliponini; Meliponiculture; Ecological interactions; Mites; Stingless bees

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Interação das abelhas com outros artrópodes. A: Ácaros; B: Formigas; C: Larvas de *Pseudohypocera kerteszi*. 17

Figura 2. Fluxograma do processo de seleção dos estudos, critérios de inclusão e exclusão. 40

Figura 3. Hábitos alimentares dos ácaros relacionados as abelhas sem ferrão e sua nocividade. 41

Figura 4. Mapa contendo a distribuição das espécies de ácaros associados a ASF. A localização está baseada no estado/ província em cada país. 42

Figura 5. *Melipona mandacaia*. A – Vista lateral do corpo de operária. Note pelos escuros; B – Interior do ninho mostrando disco de cria.....70

Figura 6. Frieseomelitta doederleini. A – Lateral do corpo; B – Entrada do ninho; E – Interior do ninho com células de cria jovens (escuras), células maduras (amarelas) e potes de mel. 71

Figura 7. Melipona scutellaris. A – Operária; B – Macho. Note coloração clara da face; C – Entrada do ninho com operária guarda. Note estrias; D – Interior do ninho em caixa nordestina com células de cria novas e potes mel e pólen.....72

Figura 8. Melipona subnitida. A – Cabeça de operária. B – Vista lateral do corpo; Notar pelos ferrugíneos no tórax com integumento escuro. C – Macho. Note mancha em formato de “w” invertido na face; D – Entrada do ninho com operária guarda.....72

Figura 9. *Plebeia flavocincta*. A – Operária. Note coloração do metassoma. Em alguns indivíduos o metassoma pode ser muito mais escuro. B – Detalhe da região de cria de um ninho da região de Mossoró. C – Vista lateral mostrando a linha amarela na borda do escutelo; E – Entrada do ninho com guardas posicionadas.....73

Figura 10. *Scaptotrigona depilis*. A – Operária carregando pólen em sua curbícula. B –Entrada do ninho. Note que a entrada foi construída por cima da entrada de outra abelha que habitava anteriormente. C – Potes de mel. D – Caixas no modelo nordestina em meliponário de Igarassu-PE. 73

Figura 11. Esquema do aspirador adaptado para o método de coleta. (A) Aspirador modelo: ASPIRAMAX; (B) Tubo Falcon embebido em álcool 70%; (C) Colmeia padrão “nordestina” para criação de abelhas sem ferrão. 74

Figura 12. Áreas de coleta do ninho. (1) Borda externa a tampa do ninho; (2) fundo interno da colmeia; (3) discos de células de crias superiores; (4) parede externa e interna de 1–5 potes de mel e pólen. 71

Figura 13. Método de visualização dos ácaros fixados ao corpo das abelhas adultas e imaturos. 72

Figura 14. Curvas de rarefação baseada nos indivíduos coletados.....77

Figura 15. Número médio de abundância e riqueza de ácaros por ninho. 78

Figura 16. Rede de interação dos ácaros em relação as regiões internas do ninho. As cores verdes referem-se a Mata Atlântica e as cores marrons referem-se a Caatinga. 78

Figura 17. Distribuição de espécimes acarinas em função da região interna do ninho, entre a Caatinga ($X^2 = 489,6$, df = 3, $p < 0,001$) e a Mata Atlântica ($X^2 = 6084,9$, df = 3, $p < 0,001$). A linha tracejada vermelha representa as frações esperadas para cada região.....78

Figura 18. *Macrocheles* sp.....79

Figura 19. *Laelaspis* sp. 80

Figura 20. *Proctolaelaps* sp. 81

Figura 21. Ordem Oribatida 81

Figura 22. *Trigonacoptes* sp.....82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Ácaros associados a ninhos de abelhas sem ferrão. Quanto à alimentação, eles podem ser classificados da seguinte forma: predadores (PR), que se alimentam de microartrópodes; herbívoro (HE), que se alimentam facultativamente de pólen e/ou mel; detritívoros (DET), que consomem fungos e resíduos do ninho (inclui saprofagia), sendo possível que alguns atuem de forma mutualista, como na proteção das abelhas contra patógenos; generalistas (GE), que se alimentam de diversos recursos, podendo variar entre as outras classificações; e, por fim, aqueles com hábitos desconhecidos (DE), para os quais não há registro na literatura. (Modificado de Walter, 2013).....35

Tabela 2 Abelhas hospedeiras e seus respectivos ácaros infestantes.....37

Tabela 3 Ambiente de coleta de ácaros, município, espécies de abelhas, número de colônias e método de coleta utilizado. *Melipona scutellaris*= Mscu; *Scaptotrigona depilis* = Sdep; M*elipona mandacaia* = Mman; *Melipona subnitida* = Msub; *Frieseomelitta doederleini* = Fdod; *Plebeia flavocincta* = Pfla. Amostragem à vácuo = AV; Coleta de abelhas = CA. (*) Não houve coleta completa dos indivíduos.....70

Tabela 4 Lista de espécies de ácaros encontradas nas colônias das seis espécies de abelhas sem ferrão no Nordeste do Brasil.....74

Tabela 5 Palavras-chave e combinações utilizadas nas bases de busca. 89

Tabela 6 Banco de dados obtidos da revisão. 91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....14

1.1 Abelhas sem ferrão.....14

1.1.1 Diversidade, distribuição e biologia.....14

1.1.2 Importância ecológica e econômica.....16

1.1.3 Interação com outros artrópodes.....17

1.2 Ácaros.....18

1.2.1 Variedade, aspectos biológicos e dispersão.....18

1.2.2 Ácaros e Abelhas: Relações Ecológicas e Desafios para a Meliponicultura.....19

2. OBJETIVOS.....21

2.1 **CAPÍTULO 1: ÁCAROS (ACARI) ASSOCIADOS AS ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) NA REGIÃO NEOTROPICAL: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA, LACUNAS DE CONHECIMENTO E TENDÊNCIAS EMERGENTES DE PESQUISA**.....21

2.2 **CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS (ARACHNIDA) ASSOCIADOS A NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) EM AMBIENTES DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA**.....21

3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....22

REFERÊNCIAS.....22

CAPÍTULO 1: ÁCAROS (ACARI) ASSOCIADOS AS ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) NA REGIÃO NEOTROPICAL: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA, LACUNAS DE CONHECIMENTO E TENDÊNCIAS EMERGENTES DE PESQUISA.....34

RESUMO.....34

1. INTRODUÇÃO.....35

2. METODOLOGIA.....37

2.1 Mecanismo de busca.....37

2.2 Identificação dos estudos.....38

2.4 Qualificação e inclusão.....38

2.5 Avaliação de Viés, Medidas de Efeito e Certeza na Evidência.....39

2.6 Software de análise de dados.....40

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....41

3.1 Caracterização da produção científica.....41

3.2 Ácaros associados a tribo Meliponini.....42

3.3 Interações ecológicas e hábito alimentar.....40

3.4 Meliponini e outros grupos.....43

3.5 Implicações e perigos para a meliponicultura.....44

4. PERSPECTIVAS FUTURAS.....46

5. CONCLUSÃO.....48

6. REFERÊNCIAS.....50

CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS (ARACHNIDA) ASSOCIADOS A NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) EM AMBIENTES DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA.....59

RESUMO.....59

1. INTRODUÇÃO.....60

2. MATERIAIS E MÉTODOS.....62

2.1 Área de estudo e seleção de espécies de abelhas.....62

2.2 Amostragem dos ácaros.....74

2.3 Análise dos dados descritivos e ecológicos.....72

3. RESULTADOS.....73

4. DISCUSSÃO.....82

5. REFERÊNCIAS.....86

APÊNDICE A – MATERIAL COMPLEMENTAR – CAPÍTULO I.....89

APÊNDICE B – MATERIAL COMPLEMENTAR – CAPÍTULO I.....91

1. INTRODUÇÃO

1.1 Abelhas sem ferrão

1.1.1 Diversidade, distribuição e biologia

As abelhas são categorizadas em sete famílias. Uma dessas famílias é a Apidae, onde se encontra a tribo Meliponini. São conhecidas como "abelhas corbiculadas", isso se deve ao fato de que todas as fêmeas têm uma corbícula em cada tíbia posterior, com exceção das rainhas das duas primeiras tribos mencionadas e espécies que vivem como carnívoras ou que se apropriam dos ninhos de outras espécies de abelhas sem ferrão. A corbícula é uma parte do exoesqueletogrande, plano e muitas vezes côncava que é usado para transportar pólen ou, às vezes, outras substâncias para dentro do ninho (Michener, 2007).

As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) (ASF) constituem o grupo mais diverso de abelhas sociais conhecido, com mais de 600 espécies descritas, distribuindo-se por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Roubik, 2023). O Brasil possui a maior diversidade de meliponíneos, com 259 espécies descritas, distribuídas em 28 gêneros (Nogueira, 2023). A diversidade desse grupo evoluiu nos neotrópicos por pelo menos 80 milhões de anos; quando o continente africano estava em processo de separação da América do Sul (Grüter, 2020). Entretanto, poucas espécies estão distribuídas no Velho Mundo (Rasmussen e Cameron, 2010).

Embora sejam conhecidas como abelhas sem ferrão, alguns pontos importantes precisam ser considerados. Primeiramente, todos os machos de abelhas são desprovidos de ferrão, uma vez que o ferrão é um ovipositor modificado, uma estrutura presente apenas nas fêmeas (Grüter, 2020). Em segundo lugar, as ASF possuem partes do ferrão, mas estas estão bastante reduzidas e modificadas, tornando-o ineficaz para ferroar (Vit *et al.* 2013). Por fim, vários outros grupos de abelhas também apresentam ferrões reduzidos e não funcionais nas fêmeas, sendo assim, a tribo Meliponini pode se distinguir pela ausência desse ferrão funcional e pela redução dos vasos em suas asas (Melo, 2020).

Os meliponíneos são eussociais, ou seja, vivem em colônias que podem abrigar dezenas a centenas de operárias, geralmente com uma única rainha (Michener, 2007).

Essas colônias são permanentes, exceto durante o enxameamento, quando as operárias encontram um novo local para se estabelecerem com uma rainha recém-fecundada. Nesse processo, alguns machos podem estar presentes na colônia (Vit *et al.* 2013). Apesar da diversidade estrutural dos ninhos, todos seguem um padrão básico: possuem uma entrada, potes de armazenamento e uma área destinada ao desenvolvimento de crias (Michener, 2007).

Os locais dos ninhos variam bastante, muitas espécies utilizam cavidades em troncos ou galhos de árvores, que foram formadas por decomposição (Grüter, 2020). Essas cavidades são preferidas quando têm entradas estreitas, que podem ser reduzidas pelas abelhas, e quaisquer aberturas extras podem ser seladas por suas atividades de construção (Grüter, 2020). Algumas espécies preferem cavidades em falésias de calcário ou construções humanas (Bänziger *et al.* 2009, 2011). Outras fazem seus ninhos no solo, aproveitando cavidades resultantes da decomposição de raízes ou da atividade de roedores, formigas ou outros animais (Grüter, 2020).

As colônias de abelhas sem ferrão possuem a capacidade de persistir por períodos prolongados, uma vez que rainhas antigas ou mortas podem ser substituídas por novas rainhas. Algumas colônias, possivelmente como estratégia para mitigar o risco de perda de rainhas, mantêm rainhas não acasaladas como "sobressalentes" em câmaras de confinamento (Grüter, 2020). Evidências dessa longevidade incluem relatos de colônias habitando a mesma cavidade por mais de uma década (Schwarz, 1948), e estudos como o de Kerr et al. (1967), que registraram uma colônia de *Frieseomelitta flavicornis* Fabricius, 1798 com 12 anos de existência.

A reprodução da colônia ocorre pelo acasalamento, geralmente, de um único macho com uma rainha. Após o acasalamento, o metassoma da rainha se distende, impedindo-a de voar para fora do ninho (Grüter, 2020; Vollet-Neto *et al.* 2018). Dentro da colônia, a rainha é responsável pela postura de ovos e é morfologicamente diferente das operárias. As rainhas geralmente pesam de 2 a 6 vezes mais que as operárias e possuem o corpo alongado. No entanto, o gênero *Melipona* (Apidae: Meliponini) é uma exceção, pois rainhas e operárias recebem a mesma quantidade de alimento durante o desenvolvimento, o que resulta em tamanhos semelhantes entre elas (Tóth *et al.* 2004; Grüter *et al.* 2017; Luna-Lucena *et al.* 2019).

1.1.2 Importância ecológica e econômica

As abelhas meliponíneas desempenham um papel crucial nos ecossistemas terrestres, contribuindo de forma significativa para a reprodução das plantas (Grüter, 2020). Sua importância nos ambientes tropicais é atribuída a diversos fatores, como o grande número de indivíduos, a diversidade morfológica, as variadas estratégias de forrageamento, seus hábitos generalistas de coleta (polilectia) e a constância floral durante suas viagens de forrageamento. As densidades de ninhos e o tamanho das colônias indicam que, frequentemente, mais de um milhão de abelhas sem ferrão podem habitar um único quilômetro quadrado de habitat tropical. A diversidade em morfologia e comportamento permite que essas abelhas coletem pólen e néctar de uma grande variedade de plantas com flores (Grüter, 2020).

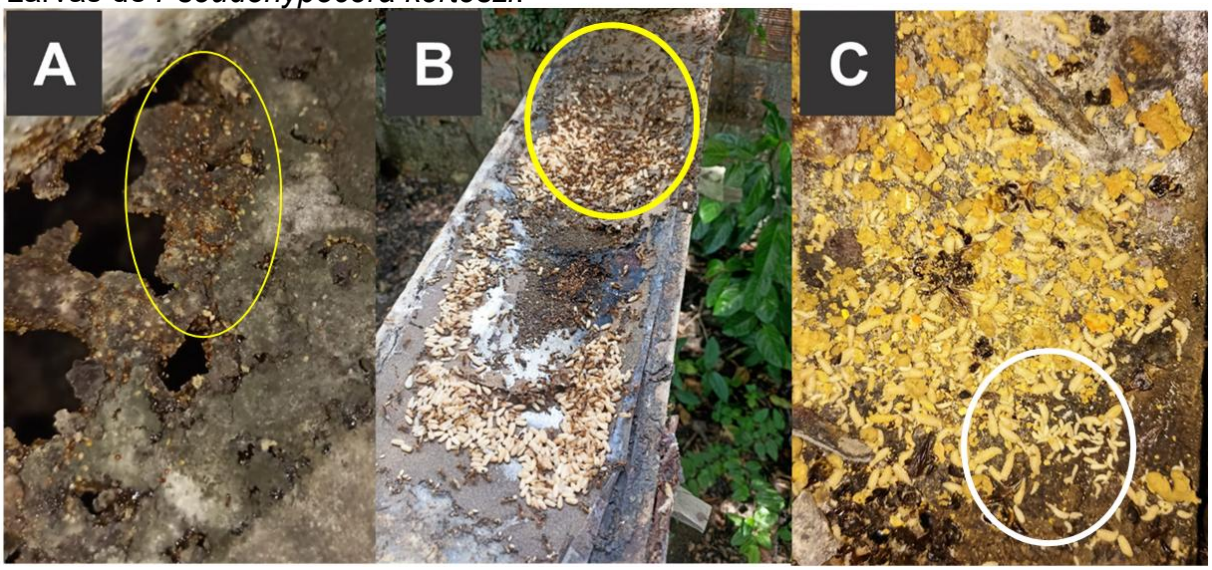
Na região neotropical essa importância é ainda maior, por exemplo Ramalho (2004) observou a visitação de flores por abelhas na Floresta Atlântica brasileira e constatou que as abelhas sem ferrão eram responsáveis por cerca de 70% de todas as visitas. Em um habitat na Costa Rica, aproximadamente 50% das abelhas forrageando eram abelhas sem ferrão (Brosi *et al.,* 2008). De maneira semelhante, no México, as abelhas sem ferrão constituíram cerca de 52% dos visitantes florais em diferentes habitats (Cairns *et al.,* 2005). Gutiérrez-Chacón *et al.* (2018), ao amostrarem abelhas em bordas de floresta e pastagens nos Andes colombianos, descobriram que 49% pertenciam aos Meliponini.

Para além da importância ecológica, a criação de abelhas sem ferrão, conhecida como meliponicultura, é uma atividade de prestígio econômico (Nogueira Neto, 1997), mesmo ainda sendo um negócio subexplorado e, na maioria das vezes, praticado informalmente, esta atividade é considerada o principal meio de conservação dessas abelhas (Kerr *et al.,* 1996). O mel, cerume e a resina são importantes fontes de renda para o criador de abelhas sem ferrão, bem como o aluguel de colônias para serviço de polinização. Embora seja uma atividade milenar, ainda há diversos gargalos para sua melhoria. A conservação do mel, a criação em larga escala, contaminação por pesticidas agrícolas são algumas preocupações que são prioridades para essa prática (Cortopassi-Laurino *et al.* 2006).

1.1.3 Interação com outros artrópodes

As colônias de abelhas sem ferrão oferecem um ambiente propício e abundante em recursos para diversos grupos de organismos, como artrópodes, répteis, anfíbios e mamíferos (Roubik, 2023). Esses organismos estabeleceram relações estreitas com as abelhas, podendo desempenhar funções vitais ou causar danos significativos aos ninhos. Um exemplo comum são os besouros da família Leiodidae (Coleoptera: Staphylinoidea), que dependem das colônias de meliponíneos para se alimentar de detritos, fungos e pólen (Roubik, 2006). Formigas predadoras, como as do gênero *Eciton* (Hymenoptera: Formicidae), também são ameaças às colônias. Moscas, especialmente *Pseudohypocera kertezsi* (Diptera: Phoridae), são reconhecidas como uma das principais pragas, causando danos consideráveis (Figura 1). Abelhas do gênero *Lestrimelitta* (Apidae: Meliponini) também podem interagir de forma negativa. Outro grupo frequentemente encontrado nas colônias, e foco deste estudo, são os ácaros. Embora sua ocorrência seja comum, a dinâmica populacional de ácaros em ninhos de abelhas ainda é mal compreendida, e a migração desses indivíduos para os ninhos das abelhas foi pouco investigada (Roubik, 2023).

Figura 1. Interação das abelhas com outros artrópodes. A: Ácaros; B: Formigas; C: Larvas de *Pseudohypocera kerteszi*.



1.2 Ácaros

1.2.1 Variedade, aspectos biológicos e dispersão

Os ácaros (Arachinida: Acari) estão entre os artrópodes mais antigos, com registros que datam de pelo menos 411 milhões de anos, durante o Devoniano (Bernini et al., 2002; Schaefer et al., 2010). Evidências desse período foram encontradas nas formações *Gilboa Shales* e *Rhynie Chert* (Dunlop e Selden, 2009), onde ao menos 11 espécies foram identificadas (Kethley et al., 1989; Shear e Kukalová-Peck, 1990; Bernini, 1991). Entre elas, destacam-se quatro espécies do grupo Enarthronota, oribatídeos primitivos, incluindo *Devonacarus sellnicki* e *Protochthonius gilboa*, com tamanhos variando de 323 a 512 µm (Norton et al., 1988). Além disso, foram descritas espécies como *Archaeacarus dubinini*, com menos de 400 µm (Kethley et al., 1989), e *Protacaris crani*, com menos de 500 µm (Gordon e Olson, 1995).

Constituindo um dos grupos mais ricos em espécies e habitats dentre os animais, as estimativas do número de espécies do grupo variam de 500 mil a 1 milhão (Walter e Proctor, 2013) até 1,5 milhão (Stork, 2018). A maioria das espécies habita as regiões tropicais, porém, há muitas lacunas de conhecimento nessas regiões (Ozman-Sullivan e Sullivan, 2023). Lindquist *et al.* (2009) classificam esse grupo em duas superordens: Acariformes (também chamados de Actinotrichida) e Parasitiformes (Anactinotrichida incluindo Opilioacarida).

Ácaros tipicamente possuem 12 apêndices articulados (4 pares de pernas, um par de pedipalpos e um par de quelíceras) e, como acontece com todos os artrópodes, iniciam sua vida na fase de ovo ou larva. Tanto na fase jovem até a adulta, apresentam grandes variações de forma, cor e ornamentação (Pérez, 1996).

Várias estratégias reprodutivas podem ser encontradas, indo desde a produção repetida de ovos únicos ou ninhadas de ovos (iteroparidade) até uma única explosão de reprodução (semelparidade), sendo que extremos dessa variação podem ocorrer em uma mesma linhagem. Em espécies de menor tamanho, é comum a produção de um único ovo por vez, sendo que, em geral, o tamanho corporal das fêmeas correlaciona-se com o volume e o número de ovos gerados (Walter e Proctor, 2013).

Com seus corpos diminutos, suas características morfológicas e estratégias reprodutivas foram essenciais para que esses organismos conquistassem uma gama de hábitats. Do habitat terrestre ao aquático, a grande maioria dos ácaros conhecidos

são formas de vida livre que adotaram um amplo espectro de estilos de vida. O grupo inclui ácaros predadores de infinita variedade, herbívoros que consomem tecidos ou fluidos de plantas vivas, saprófagos que usam tecido vegetal ou animal morto e fungívoros que se alimentam de fungos, leveduras ou bactérias (Krantz, 2009).

1.2.2 Ácaros e Abelhas: Relações Ecológicas e Desafios para a Meliponicultura

O conhecimento sobre ácaros que infestam abelhas da tribo Apini é bem estabelecido, com diversas espécies parasitando as abelhas ao longo de seu ciclo de vida, o que representa um grande desafio para a apicultura. Entre os principais ácaros, destacam-se *Tarsonemus woodi* (Rennie, 1921), *Varroa jacobsoni* (Oudemans, 1904), *Varroa destructor* (Anderson e Trueman, 2000) e *Tropilaelaps clareae* (Delfinado e Baker, 1961). Mais de 100 espécies de ácaros estão associadas às abelhas melíferas, representando um problema global para a apicultura. Espécies parasitas exóticas causam perdas significativas, com registros de até 80% de mortalidade na década de 1990 (Sammataro et al., 2000). As consequências não se limitam à apicultura, afetando indiretamente setores como a agricultura e horticultura, além de representar uma ameaça à biodiversidade.

No contexto das abelhas meliponíneas, especialmente na região neotropical, a presença de ácaros é mais discreta. Espécies como *Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851 (Trombidiformes: Pyemotidae) e *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 (Sarcoptiformes: Acaridae) foram registradas em ninhos de abelhas sem ferrão, sendo consideradas parasitas que se alimentam da hemolinfa das larvas (Atyeo *et al.* 1974; Macias-Macias e Otero-Colina, 2004). No entanto, em comparação com o gênero *Apis*, os registros sobre a acarofauna em abelhas nativas da Caatinga e outras florestas tropicais são limitados. A biologia, as interações ecológicas, os benefícios e os prejuízos causados por ácaros dentro dos ninhos ainda são pouco compreendidos, o que gera desafios para a criação dessas abelhas.

Para entender melhor a dinâmica desses ácaros é essencial que se realizem estudos mais aprofundados sobre suas populações. O presente estudo oferece uma revisão bibliométrica das relações ecológicas entre ácaros e abelhas sem ferrão na região neotropical, abordando sua taxonomia, distribuição biogeográfica, bionomia e as espécies envolvidas. Além disso, apresenta novos registros de ácaros em seis espécies de abelhas sem ferrão presentes na Caatinga e na Mata Atlântica. Essa pesquisa contribui para o conhecimento teórico e para o desenvolvimento da

meliponicultura, prática essencial para a conservação das espécies. Ela fornece uma base importante para estudos futuros e estratégias de manejo sustentável.

Esta dissertação pretende instigar mais estudos sobre a diversidade de ácaros associados às abelhas sem ferrão e suas interações ecológicas. Tais estudos são essenciais para entender os efeitos desses ácaros nas colônias, sua influência na saúde das abelhas e sua resistência a patógenos. Embora os ácaros sejam geralmente vistos como uma ameaça para as abelhas, explorar os possíveis benefícios ecológicos que esses organismos podem trazer, como o controle de patógenos, abrem novas investigações para uma meliponicultura mais sustentável e para a preservação da biodiversidade local.

2. OBJETIVOS

2.1 **CAPÍTULO 1: ÁCAROS (ACARI) ASSOCIADOS AS ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) NA REGIÃO NEOTROPICAL: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA, LACUNAS DE CONHECIMENTO E TENDÊNCIAS EMERGENTES DE PESQUISA**

Objetivo geral: Apresentar dados que identifiquem tendências e preencham lacunas no conhecimento atual sobre o estado da arte das associações entre ácaros e abelhas sem ferrão na região neotropical.

Objetivos específicos:

I. Mapear a diversidade de ácaros associados a abelhas sem ferrão na região neotropical através de uma revisão bibliométrica;
II. Caracterizar as associações ecológicas encontradas na revisão bibliográfica sob uma abordagem conservacionista.

2.2 **CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS (ARACHNIDA) ASSOCIADOS A NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) EM AMBIENTES DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA**

Objetivo geral: Descrever ácaros associados a seis espécies de ASF em meliponários localizados na Mata Atlântica e Caatinga.

Objetivos específicos:

I. Identificar a diversidade de ácaros presentes nos ninhos de *Melipona subnitida, Melipona scutellaris, Melipona mandacaia, Scaptotrigona depilis, Frieseomelitta doederleini* e *Plebeia flavocincta;*
II. Verificar distribuição espacial interna dos ácaros nas colônias.
III. Avaliar a presença de ácaros no corpo de abelhas sem ferrão

3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação foi organizada em quatro partes: Introdução e objetivos; Capítulo 1, Capítulo 2 e Conclusões. O capítulo 1 traz uma revisão bibliográfica e bibliométrica sobre o estado da arte das relações ecológicas entre ácaros e abelhas sem ferrão, contextualizando distribuição biogeográfica, hábito alimentar e espécies. No capítulo 2, apresento um experimento realizado em meliponários localizados em áreas de Caatinga e Mata Atlântica, para investigar a diversidade de ácaros em ninhos de seis espécies de abelhas sem ferrão.

REFERÊNCIAS

ATYEO, W. T.; BAKER, E. W.; DELFINADO, M. D. *Gaudiella minuta*, a new genus and species of mite (Acarina: Acaridia) belonging to the new family Gaudiellidae. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, v. 64, n. 4, p. 295–298, 1974.

BÄNZIGER, H.; BOONGIRD, S.; SUKUMALANAND, P.; BÄNZIGER, S. Bees that drink human tears. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 82, n. 2, p. 135–150, 2009.

BÄNZIGER, H.; PUMIKONG, S.; KANOKORN, S. The remarkable nest entrance of tear-drinking Pariotrigona klossi and other stingless bees nesting in limestone cavities. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 84, n. 1, p. 22–35, 2011.

BERNINI, F. Fossil Acarida. In: SIMONETTA, A.; MORRIS, S. C. (ed.). *The early evolution of metazoa and the significance of problem taxa.* Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 253–262.

BERNINI, F.; CARNEVALE, G.; BAGNOLI, G.; STOUGE, S. An early Ordovician mite (Acari: Oribatida) from the island of Öland, Sweden. In: BERNINI, F.; NANNELLI, R.; NUZZACI, G.; DE LILLO, E. (ed.). *Acarid phylogeny and evolution: adaptations in mites and ticks.* Dordrecht: Kluwer, 2002. p. 45–47.

BROSI, B. J.; DAILY, G. C.; SHIH, T. M.; OVIEDO, F.; DURÁN, G. The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside: Bee communities and tropical forest fragmentation. *Journal of Applied Ecology*, v. 45, n. 3, p. 773–783, 2008.

CAIRNS, C. E.; VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; KOPTUR, S.; BRAY, D. B. Bee populations, forest disturbance, and Africanization in Mexico. *Biotropica*, v. 37, n. 5, p. 686–692, 2005.

COOK, W. J.; SMITH, B. P.; BROOKS, R. J. Allocation of reproductive effort in female *Arrenurus* spp. water mites (Acari: Hydrachnidia; Arrenuridae). *Oecologia*, v. 79, p. 184–188, 1989.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: Challenges and opportunities. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 275–292, 2006.

DA-COSTA, T. et al. Mite diversity is determined by the stingless bee host species. *Apidologie*, v. 52, p. 950–959, 2021.

DUNLOP, J. A.; SELDEN, P. A. Calibrating the chelicerate clock: A paleontological response to Jeyaprakash and Hoy. *Experimental & Applied Acarology*, v. 48, p. 183–197, 2009.

EVANS, G. O. *Principles of acarology*. Wallingford, UK: CAB International, 1992.

GORDON, M. S.; OLSON, E. C. Invasions of the land – The transitions of organisms from aquatic to terrestrial life. New York: Columbia University Press, 1995.

GUTIÉRREZ-CHACÓN, C.; DORMANN, C. F.; KLEIN, A.-M. Forest-edge associated bees benefit from the proportion of tropical forest regardless of its edge length. *Biological Conservation*, v. 220, p. 149–160, 2018.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. *A abelha jandaíra: No passado, no presente e no futuro*. Mossoró: Edufersa, 2017.

JAFFÉ, R. et al. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *PLOS ONE*, v. 10, n. 3, e0121157, 2015.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. *Abelha Uruçu: Biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1996.

KERR, W. E.; SAKAGAMI, S. F.; ZUCCHI, R.; PORTUGAL-ARAÚJO, V.; CAMARGO, J. M. F. Observações sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). *Conselho Nacional de Pesquisas Rio de Janeiro*, p. 255–309, 1967.

KETHLEY, J. B.; NORTON, R. A.; BONAMO, P. M.; SHEAR, W. A. A terrestrial alicorhagiid mite (Acari: Acariformes) from the Devonian of New York. *Micropaleontology*, v. 35, p. 367–373, 1989.

MACIAS-MACIAS, J. O.; OTERO-COLINA, G. Infestation of *Pyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae) on *Melipona colimana* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae): A case study. *AGROCIENCIA*, v. 38, n. 5, p. 525–528, 2004.

MICHENER, C. D. *The bees of the world*. 2. ed. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2007.

NOGUEIRA, D. S. Overview of stingless bees in Brazil (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *EntomoBrasilis*, v. 16, e1041, 2023.

NOGUEIRA-NETO, P. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Nogueirapis, 1997.

NORTON, R. A.; BONAMO, P. M.; GRIERSON, J. D.; SHEAR, W. A. Oribatid mite fossils from a terrestrial Devonian deposit near Gilboa, New York. *Journal of Paleontology*, v. 62, p. 259–269, 1988.

PÉREZ, T. M. The eggs of seven species of Fainalges Gaud and Berla (Xolalgidae) from the green conure (Aves, Psittacidae). In: MITCHELL, R.; HORN, D. J.; NEEDHAM, G. R.; WELBOURN, W. C. (Eds.). *Acarology IX: Volume 1, proceedings*. Columbus, OH: Ohio Biological Survey, 1996. p. 297–300.

RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: A tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 1, p. 37–47, 2004.

RASMUSSEN, C.; CAMERON, S. A. Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 99, n. 1, p. 206–232, 2009.

ROUBIK, D. W. Stingless bee (Apidae: Apinae: Meliponini) ecology. *Annual Review of Entomology*, v. 68, n. 1, p. 231–256, 2023.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 124–143, 2006.

SAMMATARO, D.; GERSON, U.; NEEDHAM, G. Parasitic mites of honey bees: Life history, implications, and impact. *Annual Review of Entomology*, v. 45, n. 1, p. 519–548, 2000. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.519.

SCHAEFER, I.; NORTON, R. A.; SCHEU, S.; MARAUN, M. Precambrian mites colonized land and formed parthenogenetic clusters. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 57, p. 113–121, 2010.

SCHWARZ, H. F. Stingless bees (Meliponidae) of the Western hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 90, p. 1–546, 1948.

SHEAR, W. A.; KUKALOVÁ-PECK, J. The ecology of Paleozoic terrestrial arthropods: The fossil evidence. *Canadian Journal of Zoology*, v. 68, p. 1807–1834, 1990.

STORK, N. E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology*, v. 63, n. 1, p. 31–45, 2018. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348.

VIT, P.; PEDRO, S. R.; ROUBIK, D. (Eds.). *Pot-honey: A legacy of stingless bees*. New York, NY: Springer Science e Business Media, 2013.

CAPÍTULO I

MANUSCRITO CIENTÍFICO

ÁCAROS (ACARI) ASSOCIADOS AS ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) NA REGIÃO NEOTROPICAL: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA, LACUNAS DE CONHECIMENTO E TENDÊNCIAS EMERGENTES DE PESQUISA

*Manuscrito a ser submetido para o periódico Apidologie

CAPÍTULO 1: ÁCAROS (ACARI) ASSOCIADOS AS ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) NA REGIÃO NEOTROPICAL: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA, LACUNAS DE CONHECIMENTO E TENDÊNCIAS EMERGENTES DE PESQUISA

Éricles Charles Da Silva Melo[1]; Eduardo Luiz Bezerra De Melo[1]; Henrique Rafael Pontes Ferreira[1]; Simão Dias Vasconcelos[1];

[1] Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo investigar a produção científica relacionada a ácaros associados a abelhas sem ferrão na região Neotropical. A busca inicial resultou em 5.211 ocorrências nos bancos de dados Scopus©, Web of Science©, Google Scholar©, Scientific Electronic Library Online© (SciELO) e Periódicos CAPES©, utilizando as palavras-chaves: "mites", "ácaros", "meliponini" e "abelhas sem ferrão", em inglês, português e espanhol. Após um rigoroso processo de filtragem, somente artigos revisados por pares foram identificados e incluídos (n=28), com foco predominante em taxonomia (64,3%), ocorrência de infestação (14,3%) e ecologia (10,7%). A análise histórica indica um declínio significativo na produção de pesquisa de 2000 a 2019, seguido por um ressurgimento após 2020, destacando o papel de liderança do Brasil neste campo, contribuindo com 75% das publicações. Nossos achados revelam três ordens distintas de ácaros (Sarcoptiformes, Trombidiformes e Mesostigmata), com 40 espécies registradas, predominantemente dentro das famílias Laelapidae e Tydeidae. As interações ecológicas entre ácaros e abelhas sem ferrão foram categorizadas em mutualismo, comensalismo, predação e parasitismo, ressaltando uma dinâmica ecológica complexa e potenciais processos coevolutivos. As implicações para a meliponicultura incluem riscos de vendas ilegais de colônias e doenças associadas a vírus transmitidos por ácaros, destacando a necessidade de maior conscientização e pesquisa nessa área.

1. INTRODUÇÃO

A tribo Meliponini (Hymenoptera: Apidae) é um grupo de abelhas sociais, popularmente conhecidas como abelhas sem ferrão (ASF), com mais de 600 espécies distribuídas em regiões tropicais (Roubik, 2023), com a maioria das espécies encontradas nos Neotrópicos (77%), seguida pela região Indo-Malaia/Australásia (16%) e pelos Afrotropicais (7%) (Grüter, 2020). Os meliponíneos podem ser diferenciados pela ausência de um ferrão funcional, assim como a redução da venação alar (Melo, 2020). Os ninhos das ASF são fixos, exceto durante à enxameação, que ocorre quando as operárias buscam um novo local e se estabelecem com uma nova rainha recém fecundada. A reprodução de uma colônia decorre pelo acasalamento, geralmente, de um único macho e uma rainha, que, após isso, tem seu metassoma distendido, impedindo-a de voar para fora do ninho (Grüter, 2020; Vollet-Neto *et al.* 2018). Dentro do ninho, a rainha é a principal depositora de ovos, diferindo morfologicamente das operárias. Quando fisiogástricas as rainhas pesam cerca de 2 a 6 vezes mais do que as operárias, e têm corpos mais longos. Há exceção para o gênero *Melipona* (Apidae: Meliponini), no qual rainhas e operárias são criadas com a mesma quantidade de alimento e, por consequência, podem ser semelhantes em tamanho e até menores, quando ainda não estão fisiogástricas (Tóth *et al.* 2004; Grüter *et al.* 2017; Luna-Lucena *et al.* 2019).

Nos trópicos é estimado que cerca de 2.000 espécies vegetais sejam dependentes ou se beneficiem da polinização feita por abelhas (Roubik, 1995), sendo o pólen a principal fonte de proteína para esses insetos (Vogel, 1983; Roubik ,1989). A diversidade de estratégias e a amplitude de hábitos generalistas (polilectia) tornam as ASF polinizadores de uma ampla variedade de culturas (Grüter, 2020). Esse comportamento de forrageamento proporciona inúmeros benefícios ao ecossistema, como garantir um suprimento confiável e diversificado de sementes e frutas, sustentar populações de plantas selvagens que contribuem para a biodiversidade e fornecer subprodutos, como mel, pólen, cera, entre outros, que são importantes para a economia mundial.

Ao longo da evolução, as ASF, por serem insetos sociais, desenvolveram a característica de estocar seu alimento [e.g. Pólen (proteína), e mel (carboidrato)], em potes de cera dispostos em grandes quantidades dentro do ninho. No geral, pode-se subdividir a colônia em três partes: (1) Entrada, (2) Área de crias, (3) Área de

armazenamento de alimento (potes). Essas características contribuíram para o sucesso evolutivo do grupo, conferindo-lhes a possibilidade de uma maior sobrevivência. Em contrapartida, as colônias se transformaram em um ambiente rico em recursos para diversos outros organismos.

Os artrópodes demonstram ser o grupo mais presente em ninhos de ASF, há relatos de alguns gêneros de formigas (e.g *Azteca, Camponotus, Eciton e Pheidole*) (Hymenoptera: Formicidae) invadindo e matando ninhos de abelhas sem ferrão na região neotropical (Fiebrig 1908; Schwarz 1948; Roubik 1989). As larvas de moscas (Diptera: Phoridae) são consideradas a principal praga em abelhas sem ferrão, especialmente colônias que são fracas ou que são frequentemente manipuladas pelos meliponicultores (Nogueira-Neto, 1997; Oliveira et. al, 2013). Outros artrópodes também são relatados (e.g., coleópteros, lepidópteros), além de répteis, anfíbios e mamíferos, especialmente a espécie humana, que exploram, de alguma forma, as colônias e seus produtos (Grüter, 2020). As abelhas desenvolveram relações intrínsecas com esses organismos, entretanto o grupo dos aracnídeos parece ser ofuscados.

Os ácaros (Arachinida: Acari) constituem um dos grupos mais ricos em espécies e habitats dentre os Aracnídeos. Estimativas do número total de espécies variam de 1 milhão (Walter e Proctor, 2013) até 1,5 milhão (Stork, 2018). A maioria das espécies habita as regiões tropicais, porém, há lacunas de conhecimento nessas regiões (Ozman-Sullivan e Sullivan, 2023). A relação entre ácaros e abelhas não se restringe ao parasitismo, havendo casos de mutualismo e/ou comensalismo. As abelhas no gênero *Apis* (Apidae: Apini), conhecidas como abelhas melíferas, são, em sua maioria, parasitadas, se tornando um problema para a Apicultura (criação de abelhas deste gênero). *Tarsonemus woodi* Rennie, 1921 (Trombidiformes: Tarsonemidae), *Varroa jacobsoni* Oudemans ,1904 (Parasitiformes: Laelapidae), *Varroa descrutctor* Anderson e Trueman, 2000 (Parasitiformes: Laelapidae), e *Tropilaelaps clareae* Delfinado e Baker, 1961 (Parasitiformes: Laelapidae) são as principais pragas, mas cerca de 100 espécies de ácaros, estão associadas às abelhas melíferas (Sammataro *et al.* 2000).

Apesar de em meliponíneos neotropicais já serem conhecidos alguns gêneros de ácaros que estabelecem relações de mutualismo e comensalismo, outros gêneros como *Pyemotes* Amerling, 1862 (Trombidiformes: Pyemotidae), e *Tyrophagus* Oudemans, 1924 (Sarcoptiformes: Acaridae) que se alimentam de pólen, podem ser

considerados parasitas. No entanto, não são encontrados em grande abundância nos ninhos (Eickwort, 1994; Klimov *et al.* 2016; Roubik, 2023). As associações podem, em parte, ser consideradas benéficas. Explicações para essas interações incluem adaptações para forese e coexistência com o hospedeiro (Eickwort, 1994). No entanto, informações acerca da biologia, interação, benefícios e prejuízos dentro dos ninhos são escassas, dificultando os entendimentos dessa relação que é de extrema importância para o manejo e melhoria da criação racional dessas abelhas.

O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento bibliográfico de registros e implicações da interação de ácaros e abelhas sem ferrão na região Neotropical. Contudo, há uma quantidade ínfima de trabalhos quando comparado aos estudos voltados para o grupo Apini. Assim, empreendemos uma análise das associações entre ácaros e abelhas da tribo Meliponini, a fim de responder aos seguintes questionamentos: I) Por que é importante estudar os ácaros associados às abelhas sem ferrão na região neotropical? II) Por que o conhecimento sobre os hábitos e comportamentos dos ácaros dentro das colônias de abelhas sem ferrão é fundamental para o manejo e conservação? e III) Por que a pesquisa sobre a biologia e ecologia dos ácaros nas colônias de abelhas sem ferrão é essencial para desenvolver estratégias de controle?.

2. METODOLOGIA

2.1 Mecanismo de busca

Seguimos as diretrizes do "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses" (PRISMA) (Moher *et al.* 2009) para conduzir a revisão sistemática da literatura, abrangendo as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Para abordar as questões propostas, a revisão foi realizada em sete etapas: I) Coleta de dados bibliométricos (artigos científicos publicados em periódicos); II) Triagem e seleção dos artigos; III) Classificação dos ácaros encontrados de acordo com suas famílias e características ecológicas; IV) Análise dos métodos de coleta e identificação de ácaros; V) Descrição da ocorrência de ácaros na tribo Meliponini, com discussão sobre tópicos relevantes para a ecologia dos ácaros associados às abelhas sem ferrão; VI) Identificação de lacunas no conhecimento e sugestões para futuras pesquisas; VII) Síntese das relações interespecíficas entre ácaros e outros

organismos associados às abelhas, considerando implicações para o manejo de abelhas sem ferrão.

As plataformas de dados utilizadas foram: Scopus©, Web of Science©, Google Scholar©, Scientific Electronic Library Online© (SciELO) e Periódicos CAPES©. As informações apresentadas nesta revisão são baseadas em uma seleção de estudos disponíveis até setembro de 2024, sem restrições quanto à data de publicação.

2.2 Identificação dos estudos

A busca foi realizada usando os seguintes termos-chave: "mites”, "ácaros", "meliponini" e "abelhas sem ferrão", em inglês, português e espanhol. Os operadores booleanos (AND) foram aplicados para combinar os termos, e o asterisco (*) para buscar variações, selecionando de acordo com presença das palavras-chave no título e resumo (Figura 1). O local de desenvolvimento do estudo foi um filtro pertinente para categorizar as buscas apenas na região neotropical, e a caracterização geográfica foi baseada em Marrone (2022).

2.4 Qualificação e inclusão

Livros, capítulos de livros, teses, dissertações, resenhas e estudos que não incluíam observações diretas de ácaros em abelhas pertencentes a tribo Meliponini. foram excluídos. Apenas artigos revisados por pares que abordassem ácaros em abelhas sem ferrão na região neotropical, publicados em qualquer data até dezembro de 2024 foram incluídos. A leitura do título e resumo ocorreu como triagem inicial, após isso o texto completo dos artigos selecionados foi avaliado quanto à qualificação.

Dos artigos selecionados após avaliação do texto completo, extraímos sistematicamente as informações para fins qualitativos. Buscou-se categorizar as seguintes variáveis qualitativas referentes à publicação propriamente dita: i) periódico científico, ii) ano de publicação, iii) país-sede da pesquisa, iv) país onde o ácaro foi registrado – se possível com descrição da coordenada geográfica e o tipo de ambiente; e sobre a natureza da associação: v) espécie da abelha, vi) identificação do ácaro no menor nível taxonômico possível, e, quando descrita, vii) localização do ácaro, se no corpo da abelha ou em seu ninho.

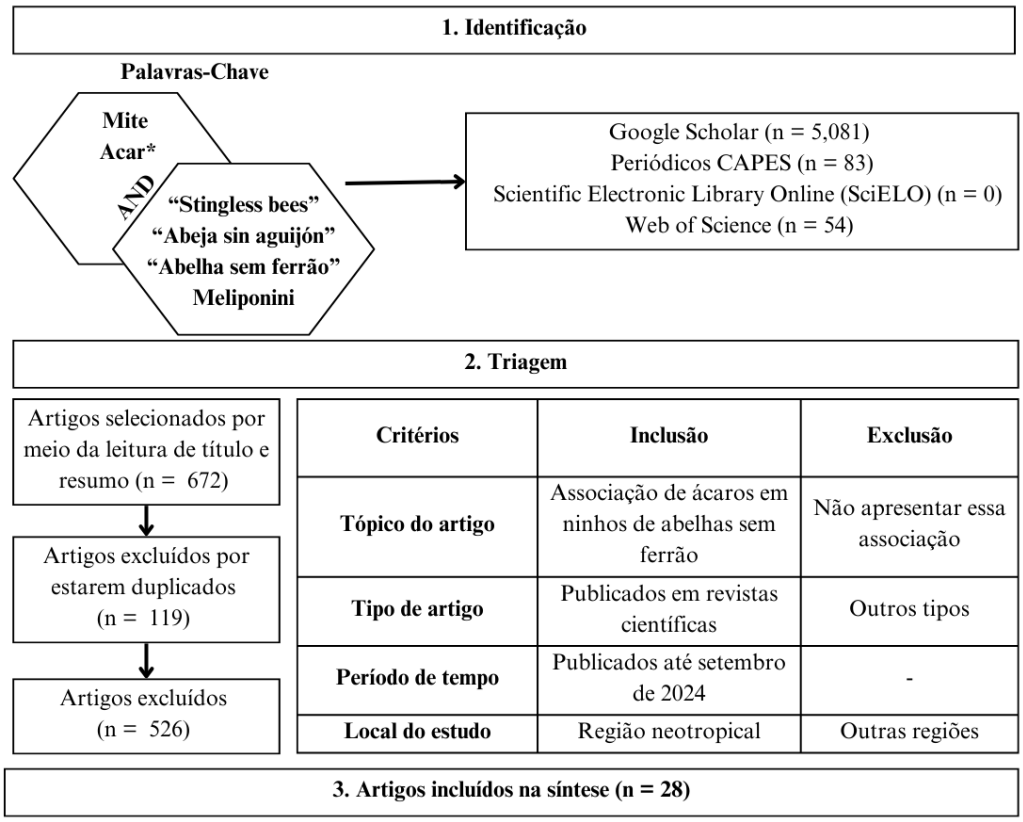
Ao longo da revisão, priorizou-se aspectos mais desconhecidos da interação, especialmente sobre o hábito alimentar, a natureza da ecologia da interação – inicialmente em três categorias – i) positiva, ii) neutra ou iii) negativa para a abelha. Além disso, para caracterizar a produção em grandes eixos temáticos: a) Taxonomia descrições de espécies, gêneros e classificações superiores; b) Ocorrência de infestações: descrição de relatos de associação; c) Ecologia: estudos sobre desenvolvimento e comportamento. Nos casos em que as variáveis não puderam ser identificadas, as respostas foram classificadas como “indefinido”.

2.5 Avaliação de Viés, Medidas de Efeito e Certeza na Evidência

Não foi realizada uma avaliação formal de risco de viés, dado que a maioria dos estudos incluídos são de natureza observacional, sem a utilização de desenhos experimentais controlados. As medidas de efeito quantitativas, como razão de risco ou diferença de médias, não foram aplicáveis aos estudos analisados, pois a revisão focou principalmente em resultados descritivos sobre a relação entre ácaros e abelhas sem ferrão. A síntese dos resultados foi feita de forma qualitativa, com ênfase na descrição das interações simbióticas e nos aspectos taxonômicos e ecológicos.

Além disso, avaliamos informalmente o viés de relato, observando que muitos estudos podem não relatar associações negativas ou neutras entre ácaros e abelhas, potencialmente introduzindo um viés de publicação que favorece apenas resultados positivos. Não realizamos uma avaliação formal da certeza na evidência, mas destacamos limitações metodológicas e a falta de estudos controlados, que podem reduzir a confiança nas conclusões gerais da revisão sobre a ecologia dos ácaros associados às abelhas sem ferrão.

Figura 2. Fluxograma do processo de seleção dos estudos, critérios de inclusão e exclusão.



2.6 Software de análise de dados

Para a verificação e coleta dos metadados dos artigos selecionados, utilizamos a ferramenta Zotero®. O Zotero foi empregado para compilar e organizar os metadados, que incluíam informações detalhadas como título do artigo, data de publicação, autores, palavras-chave e local de publicação. Dois revisores trabalharam de forma independente para garantir a precisão e consistência dos dados coletados. Quando necessário, tentamos contatar os autores dos estudos para confirmar ou esclarecer informações ambíguas. Esses dados permitiram uma análise abrangente do estado da arte das relações entre a fauna acarina e a tribo Meliponini, com foco especial em aspectos ecológicos, como a relação simbiótica, hábitos e história de vida dos ácaros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da produção científica

Dos 5.211 resultados (Artigos, livros, revisões, hiperlinks, blogs etc.) encontrados nas bases de dados após a busca inicial, os resultados foram triados em várias etapas. Primeiro, selecionamos apenas artigos revisados por pares, excluindo, portanto, 87,1% de todas as ocorrências. Em seguida excluímos duplicatas, o que resultou em 119 artigos removidos. Posteriormente, artigos que não abordavam ácaros associados a abelhas da região neotropical ou focavam em outros táxons das abelhas foram eliminados, resultando na exclusão de 526 artigos. Esse processo de filtragem deixou um total de 28 estudos qualificados para análise. A intersecção entre os bancos de dados, especialmente entre Google Scholar, Periódicos CAPES e Web of Science, foi observada e resolvida por meio da eliminação de duplicatas. Esses artigos foram classificados em quatro categorias principais: taxonomia (64,3%), ocorrência de infestações (14,3%), ecologia (10,7%) e revisões anteriores (10,7%). O periódico com maior número de publicações foi o "International Journal of Acarology" (n = 7), seguido pela “Revista Brasileira de Biologia” (n=4).

Estabelecendo um quadro histórico sobre os estudos, verificamos que os primeiros estudos publicados datam dos anos 1940 e 1950, sendo o estudo de Turk, 1948 que descreve as espécies *Hypoaspis favosus* Turk, 1948 (Parasitiformes: Laelapidae) e *Zontia meliponensis* Turk, 1948 (Parasitiformes: Laelapidae). Nas décadas de 1980 e 1990, a descrição taxonômica de ácaros em abelhas foi importante com a publicação de Delfinado-Baker *et al.* (1983), e Baker *et al.* (1984) em que descrevem dois novos gêneros de ácaros intrinsecamente relacionados a ninhos de ASF. Durante a década de 1980, foi observado um crescimento de estudos, impulsionado pela compilação de artigos denominada "*Acari Domum Meliponinarum Brasiliensium Habitantes*". No entanto, entre os anos de 2000 e 2019, houve uma redução na produção de artigos sobre o tema. Os trabalhos voltaram a impulsionar a partir de 2020, indicando um crescimento gradual na pesquisa sobre ácaros em abelhas sem ferrão. Essa baixa produtividade pode estar relacionada principalmente pelos estudos em ASF estarem focados em responder questões de saúde das abelhas (Marciano *et al.* 2015). Os estudos foram conduzidos em cinco países diferentes, cada um contribuindo de maneira variável para a pesquisa. O Brasil demonstra uma participação significativa, sendo responsável por 75% das publicações. Grande parte

dos estudos fazem colaboração com o pesquisador Carlos H. W. Flechtmann, que tem se dedicado à taxonomia de ácaros desde a década de 1960.

3.2 Ácaros associados a tribo Meliponini

Nossos resultados revelam a presença de três ordens de ácaros associadas a ASF: Sarcoptiformes, Trombidiformes e Mesostigmata. Entre as 13 famílias identificadas, Laelapidae e Tydeidae destacam-se por abrigarem o maior número de espécies descritas e documentadas. No total, pelo menos 40 espécies de ácaros associados à abelhas sem ferrão foram registradas na região neotropical (Tabela 1).

A fauna de ácaros na região neotropical é amostrada em países como Argentina, Brasil, Costa Rica, México, Panamá e Trindade e Tobago (vide apêndice B; Figura 4). A diversidade de ecossistemas permitiu observar que essa distribuição abrange diversas características ambientais. A presença de ácaros em abelhas sem ferrão é registrada em diferentes altitudes, em áreas de alta umidade, em regiões com baixas temperaturas e até mesmo em ilhas. No Brasil, destaca-se que a riqueza de ácaros associados a essas abelhas é maior na Mata Atlântica, um hotspot de biodiversidade, com elevado nível de endemismo e alto grau de perturbação (Mittermeier *et al.* 2004).

Tabela 1 Ácaros associados a ninhos de abelhas sem ferrão. Quanto à alimentação, eles podem ser classificados da seguinte forma: predadores (PR), que se alimentam de microartrópodes; herbívoro (HE), que se alimentam facultativamente de pólen e/ou mel; detritívoros (DET), que consomem fungos e resíduos do ninho (inclui saprofagia), sendo possível que alguns atuem de forma mutualista, como na proteção das abelhas contra patógenos; generalistas (GE), que se alimentam de diversos recursos, podendo variar entre as outras classificações; e, por fim, aqueles com hábitos desconhecidos (DE), para os quais não há registro na literatura. (Modificado de Walter, 2013).

	Espécies	**Hábitos alimentares**				
		DE	**GE**	**PR**	**HE**	**DET**
Superordem Acariformes						
Ordem Sarcoptiformes						
Acaridae	*Forcellinia* sp.		**X**			
	Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781		**X**			
Gaudiellidae	*Gaudiella minuta* Atyeo, 1974	**X**				
	Meliponopus palpifer Fain e Flechtman, 1985	**X**				
	Platyglyphus sp.	**X**				
Glycyphagidae	*Glycyphagus* sp.				**X**	
Superordem Acariformes						
Ordem Trombidiformes						
Cheyletidae	*Cheletomimus gracilis* Fain, Bochkov e Corpuz-Raros 2002			**X**		
	Eutogenes sp.					
Ereynetidae	*Ereynetes meliponae* Flechtmann, Fain e Leal, 1985			**X**		
	Leptus sp.		**X**			
Pyemotidae	*Pyemotes tritici,* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851			**X**		
Raphignathidae	*Raphignathus* sp.					**X**
Tarsonemidae	*Tarsonemus* sp.				**X**	
Tydeidae	*Lorryia meliponarum* Da-Costa *et al.* 2019		**X**			
	Lorryia reticulata Oudemans, 1928		**X**			
	Lorryia sp.		**X**			

	Melissotydeos macrosolenus André, 1985	X				
	Melissotydeus bipunctata Da-Costa et al. 2019	X				
	Proctotydaeus alvearii Rosa, André e Flechtmann, 1985					X
	Proctotydaeus dorsoreticulatus Da-Costa et al. 2020					X
	Proctotydaeus lasaroi Da-Costa et al. 2019					X
	Proctotydaeus partamonae Rosa e Flechtmann, 1983					X
	Proctotydaeus quadrifasciatae Da-Costa et al. 2020					X
Superordem Parasitiformes						
Ordem Mesostigmata						
Blattisociidae	*Lasioseius* sp.		X			
Laelapidae	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984		X			
	Bisternalis formosus Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984		X			
	Bisternalis mexicanus Delfinado-Baker and Reyes Ordaz, 1983		X			
	Bisternalis rettenmeyeri Hunter, 1963		X			
	Bisternalis trigonarum Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984		X			
	Eumellitiphis sp.	X				
	Hunteria brasiliensis Delfinado-Baker, Baker and Flechtmann, 1984				X	
	Hypoaspis alfabetica Berlese, 1916			X		
	Hypoaspis favosus Berlese, 1916			X		
	Melittiphisoides apiarium Delfinado-Baker, Baker e Flechtmann, 1984	X				
	Neohypoaspis ampliseta Delfinado-Baker, Baker and Roubik, 1983			X		
	Stevelus amiculus Hunter, 1963	X				
	Suracarus inusitatus Flechtmann, 2005				X	
	Zontia meliponensis Turk, 1948.					
Melicharidae	*Spadiseius spathiphyllae* Lindquist e Moraza, 2008				X	
Triplogyniidae	*Triplogynium irapora* Flechtmann, 1983	X				

Tabela 2 Abelhas hospedeiras e seus respectivos ácaros infestantes.

Abelhas	**Ácaros**	**Referências**
Duckeola ghilianii Spinola, 1853	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Frieseomelitta varia Lepeletier, 1836	*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	MENEZES *et al.* 2009
	Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781	SILVA *et al.* 2022
Frieseomellita modesta Posey, 1983	*Melissotydeos macrosolenus* Andre, 1985	ANDRE, 1985
Lestrimellita guyanensis Roubik, 1980	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Lestrimellita limao Smith, 1863	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Melipona colimana Ayala, 1999	*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	MACIAS-MACIAS e OTERO-COLINA 2004
Melipona crinita Moure e Kerr, 1950	*Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker and Reyes Ordaz, 1983	BAKER *et al.* 1984
Melipona trinitatis Cockerell, 1919	*Zontia meliponensis* Türk, 1948.	TURK, 1948
	Hypoaspis favosus Berlese, 1916	
Melipona fasciculata Smith, 1854	*Hunteria brasiliensis* Delfinado-Baker, Baker and Flechtmann, 1984	DELFINADO-BAKER *et al.* 1984
Melipona lateralis Erichson, 1848	*Proctotydaeus partamonae* Rosa et. Flechtmann, 1983	ROSA e FLECHTMANN, 1983
Melipona quadrifasciata Lepeletier, 1836	*Gaudiella minuta* Atyeo, 1974	ATYEO *et al.* 1974,
	Lorryia meliponarum Da-Costa et al. 2019	COSTA *et al.* 2019,
	Proctotydaeus quadrifasciatae Da-Costa et al. 2020	COSTA *et al.* 2020,
	Lasioseius sp.	COSTA *et al.* 2021
	Hypoaspis alfabetica Berlese, 1916	
	Cheletomimus gracilis Fain, Bochkov e Corpuz-Raros 2002	
	Lorryia reticulata Oudemans, 1924	
	Forcellinia sp.	
	Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781	
	Platyglyphus sp.	
	Glycyphagus sp.	
Melipona scutellaris Latreille, 1811	*Melittiphisoides apiarium* Delfinado-Baker, Baker e Flechtmann, 1984	DELFINADO BAKER *et al.* 1983, BAKER *et al.* 1984, FAIN *et al.* 1985
	Triplogynium irapora Flechtmann, 1983	
	Bisternalis mexicanus Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983	
	Ereynetes meliponae Flechtmann, Fain, e Leal, 1985	
Melipona seminigra Friese, 1903	*Meliponopus palpifer* Fain e Flechtman, 1985	FAIN *et al.* 1985
Melipona sp.	*Hypoaspis meliponarum* Vitzthum, 1930	

	Bisternalis mexicanus Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983	BAKER *et al.* 1983, BAKER *et al.* 1984
Melipona torrida Friese, 1916	*Leptus* sp.	MARTÍNEZ *et al.* 2023
Partamona mourei Camargo, 1980	*Melissotydeos macrosolenus* Andre, 1985	ANDRE, 1985
Partamona nigrior Cockerell, 1925	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Partamona pearsoni Schwarz, 1938	*Proctotydaeus partamonae* Rosa e Flechtmann, 1983	ROSA e FLECHTMANN 1983
Partamona sp.	*Proctotydaeus partamonae* Rosa e Flechtmann, 1983	DELFINADO BAKER *et al.* 1983, BAKER *et al.* 1984
	Bisternalis rettenmeyeri Hunter, 1963	
Partamona testacea Klug, 1807	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	BAKER *et al.* 1984
Scaptotrigona bipunctata Lepeletier, 1836	*Melissotydeus bipunctata* Da-Costa et al. 2019	COSTA *et al.* 2019, COSTA *et al.* 2020
	Proctotydaeus lasaroi Da-Costa et al. 2019	
	Eutogenes sp.	COSTA *et al.* 2021
	Tarsonemus sp.	
	Lorryia sp.	
	Melissotydeus bipunctata Da-Costa et al. 2019	
	Forcellinia sp.	
	Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781	
Scaptotrigona depilis Moure, 1942	*Leptus* sp.	MARTÍNEZ *et al.* 2023
Scaptotrigona postica Latreille, 1807	*Proctotydaeus alvearii* Rosa, André e Flechtmann, 1985	ROSA-FONTANA *et al.* 2022
Schwarziana quadripunctata Lepeletier, 1836	*Leptus* sp.	MARTÍNEZ *et al.* 2023
Tetragona sp. Lepeletier e Serville, 1828	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Tetragonisca angustula Latreille, 1811	*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	MENEZES et al. 2009
Tetragonisca fiebrigi Schwarz, 1938	*Lorryia meliponarum* Da-Costa et al. 2019	COSTA *et al.* 2019
	Eumellitiphis sp.	COSTA *et al.* 2021
	Cheletomimus gracilis Fain, Bochkov e Corpuz-Raros 2002	
	Proctotydaeus dorsoreticulatus Da-Costa et al. 2020	
	Raphignathus sp.	
	Tarsonemus sp.	
	Lorryia reticulata Oudemans, 1928	
	Forcellinia sp.	
	Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781	
Trigona albipennis Almeida, 1995	*Suracarus inusitatus* Flechtmann, 2005	FLECHTMANN, 2005

Trigona chanchamayoensis Schwarz, 1948	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984 *Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983 *Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	BAKER *et al.* 1984
Trigona fulviventris Guérin, 1844	*Bisternalis formosus* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Trigona fuscipennis Friese, 1900	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	BAKER *et al.* 1984
Trigona hypogea Silvestri, 1902	*Neohypoaspis ampliseta* Delfinado-Baker, Baker e Roubik, 1983	DELFINADO BAKER *et al.* 1983
Trigona silvestriana Vachal, 1908	*Spathiphyllum friedrichsthalli* Lindquist e Moraza, 2008	LINDQUIST e MORAZA 2008
Trigona sp.	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963 *Stevelus amiculus* Hunter, 1963	HUNTER, 1963
Trigona spinipes Fabricius, 1793	*Leptus* sp.	MARTÍNEZ *et al.* 2023

3.3 Interações ecológicas e hábito alimentar

A compreensão das interações ecológicas entre ácaros e ASF permanece pouco explorada na literatura científica, com a maioria dos estudos focando em aspectos taxonômicos (64,3%) e oferecendo uma visão superficial sobre o comportamento e as relações ecológicas dessas espécies. Walter (2013) propôs uma categorização que considera os impactos das interações na aptidão dos organismos envolvidos, uma abordagem que seguimos ao analisar as espécies de ácaros associados a ninhos de abelhas. Dos 40 táxons de ácaros avaliados, 52,27% não tiveram suas interações claramente determinadas, evidenciando uma significativa lacuna de conhecimento. Entretanto, entre as interações observadas, identificamos quatro categorias principais: mutualismo, comensalismo, predação e parasitismo.

O mutualismo foi a interação mais registrada (29,55%). Ácaros saprófagos nos ninhos das abelhas desempenham um papel essencial na saúde da colônia ao se alimentarem de fungos patogênicos, reduzindo a carga de patógenos no ambiente. Um exemplo é *Proctotydaeus (Neotydeolus) therapeutikos* Flechtmann & Camargo (1974), descrito em ninhos de *Scaptotrigona postica*, onde consome fungos no fundo dos ninhos, contribuindo para reduzir a mortalidade de 50% para 3%.

Comensalismo (11,36%) foi registrado em espécies que se alimentam de detritos e resíduos presentes nos ninhos, sem impactar diretamente o *fitness* da abelha hospedeira. Um exemplo é o gênero *Forcellinia* sp., distribuído globalmente e geralmente associado a formigas (Formicidae), nas quais residem nos ninhos durante o estágio de alimentação e se dispersam em formigas adultas, transportando deutoninfas foréticas (Klimov et al., 2016). Quando associados a abelhas, esses ácaros podem atuam como necrófagos, alimentando-se de fungos e matéria orgânica em decomposição, sendo encontrados em ninhos de *Apis cerana (*Apidae), em geral no fundo das colmeias (Fain & Gerson, 1990). Klimov et al. (2016) também relataram a presença de *Forcellinia* sp. em ninhos de *Plebeia frontalis* e *Partamona orizabaensis* na Costa Rica, sugerindo que sua dispersão pode ocorrer por meio de formigas que invadem os ninhos em busca de alimento, em vez de transporte pelas próprias abelhas. No Brasil, *Forcellinia* sp. foi registrado em ninhos de *Scaptotrigona bipunctata, Melipona quadrifasciata* e *Tetragonisca fiebrigi* (Da-Costa et al., 2021).

Predação (6,82%) foi registrada em ácaros que se alimentam de microartrópodes nos ninhos. *Cheletomimus gracilis* foi encontrado em ninhos de

Melipona quadrifasciata e *Tetragonisca fiebrigi*, embora sua presença possa ser acidental devido à baixa abundância registrada (Da-Costa et al., 2021).

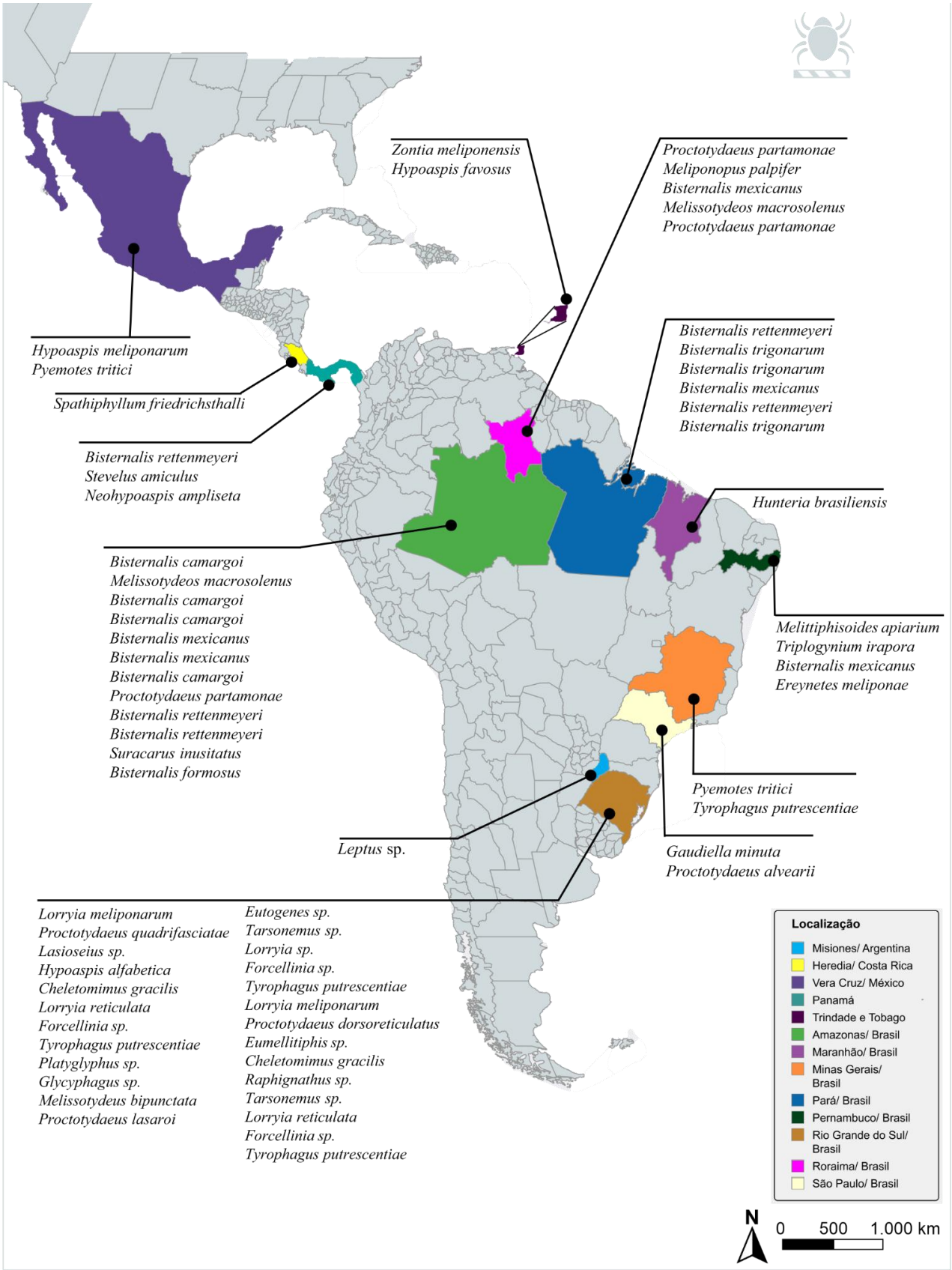
Parasitismo (6,82%) envolve ácaros que se alimentam da hemolinfa das abelhas, afetando negativamente seu desenvolvimento, sobrevivência ou reprodução. Um exemplo é *Pyemotes tritici* Lagrèze-Fossat & Montané (1851), registrado em *Melipona colimana* em Jalisco, México, onde causou a destruição completa dos ninhos (Macias-Macias & Otero-Colina, 2004). No Brasil, foi encontrado em ninhos de *Tetragonisca angustula* e *Frieseomelitta varia* em Araguari, Minas Gerais, com infestações provavelmente relacionadas à contaminação durante o manejo. Sua presença em abelhas pode representar uma séria ameaça à meliponicultura.

O levantamento do hábito alimentar dos ácaros revela que 27,5% das espécies têm hábito generalista, alimentando-se de uma ampla gama de recursos, enquanto 22,5% possuem hábito desconhecido na literatura, refletindo a falta de estudos detalhados sobre sua ecologia. Adicionalmente, 20% das espécies foram classificadas como predadoras, 17,5% como detritívoras e 12,5% como herbívoras, demonstrando a diversidade de estratégias alimentares presentes entre os ácaros associados a abelhas sem ferrão.

Figura 3. Hábitos alimentares dos ácaros relacionados as abelhas sem ferrão

Hábitos	Descrição	Nocividade
Desconhecido	Incerta	
Predador	Alimenta-se de outros ácaros, microartrópodes e abelhas	
Herbívoro	Alimenta-se do pólen e mel presente nos ninhos	
Dentritívoro	Alimenta-se de fungos e detritos presentes no ninho	
Generalista	Alimenta-se de uma ampla variedade de recursos obtidos do ninho	

Figura 4. Mapa contendo a distribuição das espécies de ácaros associados a ASF. A localização está baseada no estado/ província em cada país.



3.4 Meliponini e outros grupos

A interação entre ácaros e ASF demonstra uma complexa dinâmica ecológica. A família Laelapidae (Ordem Parasitiformes), por exemplo, apresenta notável diversidade, com espécies que variam de parasitas de invertebrados e vertebrados a predadores, ocupando habitats que vão do solo a ninhos de vertebrados e artrópodes (Da-Costa *et al.* 2021; Joharchi e Shahedi, 2016). A associação entre Laelapidae e ASF sugere que alguns gêneros podem ter se especializado em parasitar abelhas, conforme sugerido por Okabe (2013). Em contraste, a família Tydeidae (Ordem Trombidiformes), composta por 30 gêneros e cerca de 330 espécies, está na maioriaassociada a plantas, com a maioria das espécies pertencendo ao gênero *Lorryia* Oudemans, 1936 (Trombidiformes: Tydeidae) (Krantz e Walter, 2007). Esses ácaros podem ser transportados para os ninhos por abelhas forrageiras.

A interação entre ácaros e abelhas tem uma longa história, evidenciada por numerosos registros de associações entre ácaros e diferentes grupos de abelhas. Klimov et al. (2007) investigaram a coevolução entre ácaros chaetodactylídeos (Ordem Trombidiformes) e abelhas solitárias, propondo que ácaros derivados mais recentemente tendem a parasitar abelhas mais basais, e vice-versa. Esse achado levou à rejeição da hipótese de coevolução estrita. No entanto, ao comparar grosseiramente com a fauna descrita em meliponíneos, sugere-se que a diversidade de ácaros pode refletir uma possível coevolução com esses hospedeiros. Da-Costa (2021) aponta que a fauna acarina é fortemente influenciada por características específicas de cada espécie de abelha, como a forma de nidificação, os produtos do ninho e a presença de outros organismos na colônia, fatores que podem explicar a variação observada, exceto nos casos de ácaros generalistas.

Os estudos científicos têm se concentrado predominantemente nas abelhas melíferas, e acumulam avanços de mais de 200 anos, em contraste com o conhecimento disponível sobre as abelhas sem ferrão (Hrncir *et al.* 2016). As abelhas melíferas convivem com diversos grupos de ácaros na colônia, alguns dos quais são considerados inimigos naturais, como no caso do gênero *Varroa*. O conhecimento sobre os ácaros que ocorrem em *Apis* (Apidae: Apini) é bem mais consolidado, centrando-se principalmente em dois gêneros: *Varroa* sp. e *Tropilaelaps* sp. Esses ácaros evoluíram para explorar exclusivamente as abelhas, alimentando-se de larvas e pupas durante os estágios alternados de dispersão e reprodução (Han *et al.* 2024).

Outros ácaros, como *Forcellinia faini* Fain, 1987 (Sarcoptiformes: Acaridae) e *Pseudacarapis indoapis* Lindquist, 1968 (Trombidiformes: Tarsonemidae) (Sammataro *et al.* 2000), também foram registrados se alimentando do pólen presente nas colônias.

Apesar das semelhanças comportamentais e ecológicas entre *A. mellifera* e os meliponíneos, a biogeografia dos ácaros associados a Meliponini sugere uma distribuição mais restrita. Isso se deve, em parte, à dispersão limitada e à especialização ecológica das abelhas tropicais e subtropicais, que permanecem predominantemente nas regiões neotropicais. Diferentemente das abelhas *A. mellifera*, que se dispersaram globalmente, os meliponíneos dividem espaço com ácaros altamente adaptados aos nichos ecológicos específicos dessas regiões. Como resultado, cerca de 22% das espécies de ácaros identificados como hospedeiros de abelhas do gênero *Apis* também foram observados em colônias de abelhas sem ferrão neste estudo (Klimov *et al.* 2016; Da-Costa, 2021). Embora a maioria dos ácaros encontrados em *A. mellifera* não sejam registrados para a tribo Meliponini, esses ácaros ainda podem representar potenciais ameaças para as abelhas sem ferrão.

3.5 Implicações e perigos para a meliponicultura

A meliponicultura, criação de abelhas sem ferrão, enfrenta vários desafios que ameaçam tanto a saúde das colônias quanto a viabilidade econômica da atividade. Um dos problemas é a venda ilegal de colônias, que, quando transportadas para fora de suas áreas de ocorrência natural (Carvalho, 2022), pode resultar na disseminação de pragas, doenças e vírus. Embora as abelhas sem ferrão possuam um notável hábito de limpeza do ninho, esse comportamento não é suficiente para impedir completamente que elas sejam prejudicadas.

Os vírus transmitidos por ácaros associados a *A. mellifera*, são uma preocupação crescente, pois podem afetar também as ASF (Marciano *et al.* 2015). Atualmente, a prática de fornecer subprodutos, como mel e pólen, provenientes de colônias de abelhas melíferas para as ASF se tornou comum (Teixeira *et al.* 2020). Entretanto vírus que afeta *A. mellifera*, transmitidos pelo ácaro *Varroa destructor,* como o vírus da paralisia aguda das abelhas (ABPV), podem ser contraídos pela ingestão de mel ou pólen infectados (Mockel *et al.* 2011). Dos seis vírus mais comuns

em *A. mellifera* no Brasil (BQCV, ABPV, DWV, KBV, IAPV, CBPV), neste estudo vimos que três deles (APV, KBV, DWV) podem ser transmitidos por ácaros da família Laelapidae. Essa contaminação pode levar ao declínio das populações de ASF, resultando em prejuízos econômicos e ecológicos (Purkiss e Lach, 2019).

A presença de ácaros generalistas representa uma ameaça significativa para as abelhas sem ferrão, devido à sua capacidade de infestar uma ampla gama de hospedeiros e ambientes. Relatos de contaminação em laboratório por causas naturais durante a manipulação das colônias incluem ácaros do gênero *Leptus* Latreille 1796, recentemente registrados em *Melipona torrida* Friese, 1916 (Apidae: Meliponini)*, Schwarziana quadripunctata* Lepeletier, 1836 (Apidae: Meliponini) e *Trigona spinipes* Fabricius, 1793 (Apidae: Meliponini) (Martínez *et al.* 2023), que podem ser associados a outros insetos (Saboori *et al.* 2023). Outro ácaro, *P. tritici*, embora não seja comum em ninhos, possui um amplo espectro de parasitismo em insetos e tem sido associado a registros de mortalidade de *Frieseomelitta varia* Lepeletier, 1836 (Apidae: Meliponini) e *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Apidae: Meliponini) (Macias-Macias e Otero-Colina, 2004; Menezes *et al.* 2009). Esse fato sublinha a vulnerabilidade das colônias de abelhas sem ferrão a parasitas que, embora raramente encontrados, podem ter efeitos devastadores.

Adicionalmente, *T. putrescentiae*, uma das principais pragas de alimentos armazenados, possui hábito generalista (Bahrami *et al.* 2007). Há registros da espécie em ninhos de *F. varia* (Da Silva *et al.* 2022), *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Apidae: Meliponini); *Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938 (Apidae: Meliponini); e *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836 (Apidae: Meliponini) (Da-Costa *et al.* 2021), sugerindo que sua presença pode comprometer não apenas a qualidade do alimento das abelhas, mas também a saúde geral das colônias. Essa situação levanta questões cruciais sobre a eficácia das práticas de manejo atualmente adotadas por meliponicultores. Em que medida eles estão cientes dos riscos associados à contaminação por esses ácaros? As práticas de manejo das colônias estão realmente equipadas para mitigar esses riscos, ou estamos à beira de criar um problema maior, semelhante ao que esses ácaros causam na armazenagem de grãos? Assim como nos sistemas agrícolas, a infestação por *T. putrescentiae* pode levar à deterioração dos alimentos armazenados pelas abelhas, comprometendo não apenas a sobrevivência das colônias, mas também a produtividade a longo prazo.

4. PERSPECTIVAS

Esse estudo caracteriza a acarofauna associada a ASF na região neotropical e como essa associação pode influenciar positivamente ou negativamente as colônias. Entretanto, muitas informações ainda estão sem resolução, razão pela qual propomos um aprofundamento de pontos negativos que podem estar sendo causados pela infestação de ácaros.

Embora sua biologia e os impactos específicos desses ácaros nas abelhas e suas colônias sejam limitadas, novas abordagens permitiram uma comparação com outro modelo biológico, ácaro - abelhas melíferas. Essa relação se tornou um problema global e ameaça a indústria apícola, pois envolve mais de 100 espécies de ácaros (Le Conte *et al.* 2010; Locke, 2016). Espécies parasitas exóticas (*Varroa* sp.), afetaram a apicultura em perdas de até 80% (Sammataro *et al.* 2020). Indiretamente esse efeito traz perdas significativas para a agricultura, horticultura e se torna uma ameaça a biodiversidade (Sammataro *et al.* 2011).

Os ácaros podem desempenhar diferentes papéis em uma colônia a depender da espécie. No contraponto, o lado positivo é o estabelecimento de relações simbióticas entre ácaros e ASF, onde ambos os organismos se beneficiam. Por exemplo, certos ácaros podem ajudar a limpar os ninhos, removendo detritos e fungos patogênicos que poderiam prejudicar a colônia (De Paula *et al.* 2021; Rosa-Fontana *et al.* 2022). Essas interações são essenciais para manter a saúde do ninho, diminuir as taxas de mortalidade e fortalecer a resiliência das colônias de ASF frente a desafios ambientais.

Por outro lado, ácaros parasitas podem se alimentar de hemolinfa, ovos e larvas das abelhas, causando danos significativos à saúde da colônia (Sammataro *et al.* 2000; Piou *et al.* 2023). O aparecimento de doenças na colônia pode ser motivado por diversos fatores. As colônias são vulneráveis a infecções por parasitos, fungos, bactérias e vírus. Vinte e quatro vírus já foram descritos em populações de abelhas (Alvarez *et al.* 2018; Oliveira França *et al.* 2024). Doenças causadas por fungos são comuns em colônias, os microsporídios são persistentes e são dispersos na colônia em recursos armazenados ou trofalaxia (transferência de alimentos ou líquidos entre membros de uma mesma colônia) e infectam abelhas por meio da ingestão de esporos

durante a limpeza, forrageamento e alimentação (Santos *et al.* 2018; Guimarães-Cestaro *et al.* 2020; De Paula *et al.* 2021).

Alguns gêneros são relatados em ninhos como hospedeiros permanentes e, quando presentes, esses ácaros favorecem o vigor da colônia (Rosa-Fontana *et al.* 2022). Ácaros podem estar associados a aumento de glândulas hipofaringes localizadas na cabeça, que estão envolvidas na produção de alimento larval e são utilizadas para avaliar o valor nutricional do alimento ingerido. Nesse caso, os ácaros servem de alimento para as abelhas e fornecem proteína adicional que resulta em glândulas hipofaríngeas maiores (Rosa-Fontana *et al.* 2022; Straub *et al.* 2024).

A análise de fatores ambientais deve ser incentivada, uma vez que, em determinadas épocas ou estações, a densidade populacional de ácaros em ninhos de ASF pode variar com as mudanças sazonais e as variações na temperatura, umidade e disponibilidade de recursos (Patzold e Ritter, 1989; Currie e Tahmasbi, 2008). Considerando as mudanças climáticas no decorrer dos anos, o declínio da população de ASF pode ser evidente o que consideramos também que a ampliação desses fatores coincida com maior susceptibilidade a infecções principalmente em ambientes temperados.

A transmissão de patógenos se dá principalmente pelo fato de abelhas forragearem nos mesmos ambientes de outras abelhas ou insetos e utilizar o mesmo recurso, com isso, elas podem compartilhar os mesmos patógenos, favorecendo a para a dispersão e infecção por patógenos (Toledo-Hernández *et al.* 2022).

Nessa perspectiva, o controle de ácaros utilizando compostos químicos gera muitos impactos em diversos aspectos, sendo responsável pelo declínio de ASF na região neotropical (Barbosa *et al.* 2015; Toledo-Hernández *et al.* 2022), causa de resistência (Milani, 1995) e acumulo em cera, aumentando o efeito ecotóxico (Fries, 2001), portanto, a abordagem integrada pode fornecer resultados positivos, como por exemplo a aplicação de controle biológico pois podem não prejudicar as colônias de abelhas e possuir baixo ou nenhum efeito ecotoxicológico.

O manejo e controle de ácaros utilizando recursos biológicos em ninhos de ASF representa uma abordagem sustentável e ecologicamente correta (Chadler *et al.* 2020). Por exemplo, a utilização de predadores naturais, como outros ácaros predadores e insetos entomófagos, têm mostrado potencial para reduzir as

populações de ácaros nocivos sem causar danos às abelhas (Chadler *et al.* 2010; Rangel e Ward, 2018).

Os bioinseticidas também se encaixam nessa perspectiva. Fungos entomopatogênicos infectam e matam ácaros, sem prejudicar as abelhas (Thungrabeab e Tongma 2007; Kidanu e Hagos 2020; Omuse *et al.* 2022). Bactérias, nematóides e protozoários mostraram menor potencial do controle (Chadler *et al.* 2010). Fungos patogénicos, por sua vez, têm sido eficientes como estratégia de controle para ácaro em abelhas melíferas (James, 2009; Bava *et al.* 2022).

O controle biológico é seguro, mas oneroso, proporcionando um método alternativo e eficiente para o manejo de infestações de ácaros, principalmente por não afetar populações não-alvo. Porém, ainda requer um entendimento aprofundado das interações ecológicas entre os ácaros, os agentes de controle e o ambiente das ASF, pois os prejuízos devem ser nulos ou mínimos (Omuse *et al.* 2022). Também pode beneficiar a biodiversidade local ao reduzir a necessidade de pesticidas químicos (Cappa e Baracchi, 2024). Para isso, estudos de campo e laboratório são essenciais, compreendendo a importância da integração de técnicas e princípios ecológicos para proporcionar uma abordagem holística para a saúde das colônias.

O presente estudo destaca a necessidade contínua de pesquisa e estudos mais aprofundados sobre a ecologia, comportamento e impacto desses ácaros nas colônias de ASF. Compreender melhor essas interações podem mitigar efeitos adversos dos ácaros e ser fundamentais para a conservação e o manejo das ASF, especialmente à medida que a preocupação com a saúde das abelhas aumenta em todo o mundo.

5. CONCLUSÃO

Este estudo oferece uma visão sistematizada das interações entre ácaros e abelhas sem ferrão na região neotropical, revelando a complexidade e a importância dessas associações para a saúde das colônias e a sustentabilidade da meliponicultura. Destacando a variedade de papéis que esses organismos podem desempenhar, desde a promoção da limpeza e saúde dos ninhos até a introdução de patógenos que ameaçam a viabilidade das colônias. A presença de ácaros generalistas e a possibilidade de transmissão de vírus associados a abelhas melíferas

reforçam a necessidade urgente de estratégias de manejo mais integradas favorecendo abordagens de controle biológico e sustentável.

Além disso, as implicações para a meliponicultura são significativas, uma vez que a disseminação de ácaros e doenças pode ter consequências devastadoras para as populações de ASF e, por extensão, para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos que essas abelhas proporcionam. A importância de uma abordagem integrada que considere os aspectos ecológicos e evolutivos das interações entre ácaros e ASF é evidente. Portanto as investigações futuras devem focar na caracterização detalhada dessas interações e no desenvolvimento de estratégias de manejo que integrem conhecimentos ecológicos e técnicas inovadoras para garantir a saúde e a sustentabilidade das colônias.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, L. J.; REYNALDI, F. J.; RAMELLO, P. J.; GARCIA, M. L. G.; SGUAZZA, G. H.; ABRAHAMOVICH, A. H.; LUCIA, M. Detection of honey bee viruses in Argentinian stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Insectes Sociaux*, v. 65, p. 191-197, 2018.

ANDRE, H. M. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes 10. Melissotydeus macrosolenus gen. N., sp. N. (Acari: Tydeidae). *Bull. Ann. Soc. R. Belg. Entomol*, v. 121, n. 7–8, p. 243–246, 1985.

ATYEO, W. T.; BAKER, E. W.; DELFINADO, M. D. Gaudiella minuta, A New Genus and Species of Mite (Acarina: Acaridia) Belonging to the New Family Gaudiellidae. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, v. 64, n. 4, p. 295–298, 1974.

BAHRAMI, F.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y. Life history and population growth parameters of Tyrophagus putrescentiae (Acari: Acaridae) on Fusarium graminearum in laboratory conditions. 2007.

BAKER, E. W.; DELFINADO-BAKER, M. New mites (Sennertia: Chaetodactylidae) phoretic on honey bees (Apis Mellifera L.) in Guatemala. *International Journal of Acarology*, v. 9, n. 3, p. 117-121, 1983.

BAKER, E. W.; FLECHTMANN, C. H. W.; DELFINADO-BAKER, M. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes. VI. New species of Bisternalis Hunter (Laelapidae Acari). *International Journal of Acarology*, v.10, n.3, p.181–189, 1984

BARBOSA, W. F.; SMAGGHE, G.; GUEDES, R. N. C. Pesticides and reduced-risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: pitfalls and perspectives. *Pest Management Science*, v. 71, n. 8, p. 1049-1053, 2015.

BAVA, R. et al. Entomopathogenic fungi for pests and predators control in beekeeping. *Veterinary sciences*, v. 9, n. 2, p. 95, 2022.

BOECKING, O.; SPIVAK, M. Behavioral defenses of honey bees against Varroa jacobsoni Oud. *Apidologie*, v. 30, n. 2-3, p. 141-158, 1999.

BOWMAN, C. E.; FERGUSON, C. A. Forcellinia galleriella, a mite new to British beehives. *Bee World*, v. 66, p. 51-53, 1985.

CAPPA, F.; BARACCHI, D. Bioinsecticides on honey bees: exposure, sublethal effects, and risk assessment paradigms. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2024.

CARVALHO, A. F. Illegalities in the online trade of stingless bees in Brazil. *Insect Conservation and Diversity*, v. 15, n. 6, p. 673–681, 2022.

CHANDLER, A. J.; DRUMMOND, F. A.; COLLINS, J. A.; LUND, J.; ALNAJJAR, G. Exposure of the common Eastern bumble bee, Bombus impatiens (Cresson), to

sub-lethal doses of acetamiprid and propiconazole in wild blueberry. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, v. 36, n. 1, p. 1-23, 2020.

CHANDLER, D.; SUNDERLAND, K. D.; BALL, B. V.; DAVIDSON, G. Prospective biological control agents of Varroa destructor n. sp., an important pest of the European honeybee, Apis mellifera. *Biocontrol Science and Technology*, v. 11, n. 4, p. 429-448, 2001.

CHEN, Y.; EVANS, J.; FELDLAUFER, M. Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee, Apis mellifera. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 92, n. 3, p. 152-159, 2006.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: Challenges and opportunities. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 275–292, 2006.

CROZIER, L. Melittiphis alvearius (Berlese) and other mites found in honeybee colonies in Nova Scotia. *Journal of Apicultural Research*, v. 28, p. 166-168, 1989.

CURRIE, R. W.; TAHMASBI, G. H. The ability of high-and low-grooming lines of honey bees to remove the parasitic mite Varroa destructor is affected by environmental conditions. *Canadian Journal of Zoology*, v. 86, n. 9, p. 1059-1067, 2008.

DA COSTA, T.; RODIGHERO, L.; DA SILVA, G.; FERLA, N.; BLOCHTEIN, B. Two new species of Tydeidae (Acari: Prostigmata) associated with stingless bees. *Zootaxa*, v. 4652, p. 101–112, 2019.

DA SILVA, J. A. et al. First report of Tyrophagus putrescentiae (Schrank) (Acari: Acaridae) in colonies of the stingless bee Frieseomelitta varia (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Journal of Apicultural Research*, p. 1–3, 2022.

DA SILVA, L. E.; DOS SANTOS, M. L. Tecendo Saberes na Meliponicultura. *Guaju*, v. 9, p. 227, 2023.

DA-COSTA, T.; DOS SANTOS, C. F.; RODIGHERO, L. F.; FERLA, N. J.; BLOCHTEIN, B. Mite diversity is determined by the stingless bee host species. *Apidologie*, v. 52, p. 950–959, 2021.

DA-COSTA, T.; RODIGHERO, L. F.; DA SILVA, G. L.; MONJARÁS-BARRERA, J. I.; BLOCHTEIN, B.; FERLA, N. J. Three new species of the genus *Proctotydaeus* (Acari: Iolinidae) associated with Brazilian stingless bees. *Systematic and Applied Acarology*, v. 25, n. 6, p. 1032–1049, 2020.

DE FIGUEIRÓ SANTOS, J.; COELHO, F. C.; BLIMAN, P. A. Behavioral modulation of infestation by Varroa destructor in bee colonies: Implications for colony stability. *PLoS One*, v. 11, n. 9, e0160465, 2016.

DE JONG, D.; MORSE, R. A.; EICKWORT, G. C. Mite pests of honey bees. *Annual Review of Entomology*, v. 27, n. 1, p. 229–252, 1982.

DE PAULA, G. T.; MENEZES, C.; PUPO, M. T.; ROSA, C. A. Stingless bees and microbial interactions. *Current Opinion in Insect Science*, v. 44, p. 41-47, 2021.

DELFINADO-BAKER, M.; BAKER, E. W. A new mite in beehives, Forcellinia faini, n. sp. (Acari, Acaridae). *American Bee Journal*, v. 129, p. 127-128, 1989.

DELFINADO-BAKER, M.; BAKER, E. W.; FLECHTMANN, C. H. W. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes V: Two new genera and species of Laelapidae (Mesostigmata: Acari) from stingless bee nests. *International Journal of Acarology*, v. 10, n. 1, p. 3–10, 1984.

DELFINADO-BAKER, M.; BAKER, E. W.; ROUBIK, D. W. A new genus and species of Hypoaspidinae (Acari: Laelapidae) from nests of stingless bees. *International Journal of Acarology*, v. 9, n. 4, p. 195–203, 1983.

EICKWORT, G. C. *Mites*. Springer US, 1994.

FAIN, A.; CAMERIK, A. M. Notes on the mites of the genus Ereynetes Berlese (Acari: Ereynetinae), with description of five new species from South Africa. 1994.

FAIN, A.; FLECHTMANN, C. H. W. Acari domum Meliponinarum brasiliensium habitantes XI: Meliponopus palpifer g.n., sp.n. from the bee Melipona seminigra Meliponidae. *International Journal of Acarology*, v. 112, p. 89–91, 1985.

FAIN, A.; LEAL, M. do C. Acari domum Meliponinarum brasiliensium habitantes VII: Ereynetes (gymnereynetes) meliponae nov. spec. (Acari, Ereynetidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, v. 45, n. 2, 1985.

FAIN, A.; ROSA, A. E. Acari domum Meliponinarum brasiliensium habitantes. II. Two new genera and species of mites (Acari, Astigmata) from the nests of bees in Brasil. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, v. 55, n. 2, p. 1–10, 1983a.

FAIN, A.; ROSA, A. E. Acari domum Meliponinarum brasiliensium habitantes. IV. New Astigmatic mites from the nest of the bee Partamona sp. (Meliponidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique - Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, v. 55, n. 3, p. 1–13, 1983b.

FAIN, A.; BOCHKOV, A. V.; CORPUS-RAROS, L. A. A revision of the Hemicheyletia generic group (Acari: Cheyletidae). 2002.

FIEBRIG, K. Skizzen aus dem Leben einer Melipone aus Paraguay. *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie*, v. 12, p. 374–386, 1908.

FLECHTMANN, C. H. W. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes. I. Triplogynium irapora, a new species of Triplogynidae (Celaenopsoidea, Mesostigmata). *Acarologia*, v. 24, n. 4, p. 355–359, 1983.

FLECHTMANN, C. H. W. Suracarus inusitatus n. gen., n. sp. (Mesostigmata: Laelapidae) from the nest of a stingless bee from Brazil. *International Journal of Acarology*, v. 31, n. 1, p. 39–43, 2005.

FRIES, G. F. Transport and fate in food animals. In: Persistent Organic Pollutants: Environmental Behaviour and Pathways of Human Exposure. Boston, MA: Springer US, 2001. p. 79–103.

GRÜTER, C. *Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution*. Springer International Publishing, 2020.

GRÜTER, C. et al. Repeated evolution of soldier sub-castes suggests parasitism drives social complexity in stingless bees. *Nature Communications*, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-016-0012-y.

GUIMARÃES-CESTARO, L. et al. Occurrence of virus, microsporidia, and pesticide residues in three species of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the field. *The Science of Nature*, v. 107, p. 1-14, 2020.

HAN, B. et al. Life-history stage determines the diet of ectoparasitic mites on their honey bee hosts. *Nature Communications*, v. 15, n. 1, p. 725, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-024-44915-x.

HRNCIR, M.; JARAU, S.; BARTH, F. G. Stingless bees (Meliponini): senses and behavior. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, v. 202, n. 9-10, p. 597-601, 2016. DOI: 10.1007/s00359-016-1117-9.

HUNTER, P. E. Two new genera of mites associated with stingless bees (Acarina, Laelaptidae). *Acarologia*, v. 5, n. 1, p. 5–12, 1963.

JAFFÉ, R. et al. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. *PLOS ONE*, v. 10, n. 3, e0121157, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0121157.

JAMES, R. R. Microbial control for invasive arthropod pests of honey bees. In: *Use of microbes for control and eradication of invasive arthropods*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 271-288.

KIDANU, S.; HAGOS, L. Research and application of entomopathogenic fungi as pest management option: a review. *Journal of Environment and Earth Science*, v. 10, n. 3, p. 31-39, 2020.

LE CONTE, Y.; ELLIS, M.; RITTER, W. Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses?. *Apidologie*, v. 41, n. 3, p. 353-363, 2010.

LINDQUIST, E. E.; MORAZA, M. L. A new genus of flower-dwelling melicharid mites (Acari: Mesostigmata: Ascoidea) phoretic on bats and insects in Costa Rica and Brazil. *Zootaxa*, v. 1685, p. 1–37, 2008. DOI: 10.11646/zootaxa.1685.1.1.

LOCKE, B. Natural Varroa mite-surviving Apis mellifera honeybee populations. *Apidologie*, v. 47, p. 467-482, 2016.

LUNA-LUCENA, D.; RABICO, F.; SIMOES, Z. L. P. Reproductive capacity and castes in eusocial stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Current Opinion in Insect Science*, v. 31, p. 20-28, 2019. DOI: 10.1016/j.cois.2018.06.006.

MACIAS-MACIAS, J. O.; OTERO-COLINA, G. Infestation of Pyemotes britici (Acari: Pyemotidae) on Melipona colimana (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae): A case study. *AGROCIENCIA*, v. 38, n. 5, p. 525–528, 2004.

MARCIANO, L. et al. Scientific note on the first molecular detection of the acute bee paralysis virus in Brazilian stingless bees. *Journal of Apicultural Research*, v. 46, n. 5, p. 628-630, 2015.

MARTÍNEZ, P. A. et al. First record of Leptus spp. (Acari: Erythraeidae) parasitizing stingless bees (Apidae: Meliponini). *Journal of Apicultural Research*, p. 1–6, 2023. DOI: 10.1080/00218839.2023.2244719.

MELO, G. A. R. Stingless bees (Meliponini). In: STARR, C. K. (Ed.). *Encyclopedia of social insects*. Springer International, 2020. p. 1–18.

MENEZES, C.; COLETTO-SILVA, A.; GAZETA, G. S.; KERR, W. E. Infestation by Pyemotes tritici (Acari, Pyemotidae) causes death of stingless bee colonies (Hymenoptera: Meliponina). *Genetics and Molecular Research*, v. 8, n. 2, p. 630–634, 2009. DOI: 10.4238/vol8-2kerr021.

MILANI, N. The resistance of Varroa jacobsoni Oud to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie*, v. 26, n. 5, p. 415-429, 1995.

MITTERMEIER, R. A. et al. *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Conservation International, 2005.

MOCKEL, N.; GISDER, S.; GENERSCH, E. Horizontal transmission of deformed wing virus: pathological consequences in adult bees (Apis mellifera) depend on the transmission route. *Journal of General Virology*, v. 92, n. 2, p. 370-377, 2011.

MORITZ, R. A. (Ed.). *Honeybee pests, predators and diseases*. Cornell University Press, 1999.

MORRONE, J. J. et al. Biogeographic regionalization of the Neotropical region: new map and shapefile. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, n. 1, p. 1-5, 2022. DOI: 10.1590/0001-3765202220211167.

NOGUEIRA NETO, P. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. Edição Nogueirapis, 1997.

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

OKABE, K.; NAKAMURA, T.; GOTOH, T. Preliminary study of mites associated with the Japanese honey bee, Apis cerana japonica Radoszkowski (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Acarological Society of Japan*, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2000. Acarological Society of Japan. DOI: 10.2300/acari.9.23.

OLIVEIRA FRANÇA, S. et al. Viruses in Brazilian stingless bees. *Journal of Apicultural Research*, v. 63, n. 2, p. 260-266, 2024.

OLIVEIRA, A. D.; VENTURIERI, G. C.; CONTRERA, F. A. L. Body size variation, abundance and control techniques of Pseudohypocera kerteszi, a plague of stingless bee keeping. 2013.

OMUSE, E. R. et al. A fungal-based pesticide does not harm pollination service provided by the African stingless bee Meliponula ferruginea on cucumber (Cucumis sativus). *Apidologie*, v. 53, n. 3, p. 28, 2022.

OZMAN-SULLIVAN, S. K.; SULLIVAN, G. T. Coextinction is magnifying the current extinction crisis, as illustrated by the eriophyoid mites and their host plants. *Acarologia*, v. 63, n. 1, p. 169–179, 2023. DOI: 10.24349/vktm-dk8m.

PÄTZOLD, S.; RITTER, W. Studies on the behaviour of the honey-bee mite, Varroa jacobsoni O., in a temperature gradient. *Journal of Applied Entomology*, v. 107, n. 1-5, p. 46-51, 1989.

PIOU, V. et al. Honey bee larval hemolymph as a source of key nutrients and proteins offers a promising medium for Varroa destructor artificial rearing. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 15, p. 12443, 2023.

POSADA-FLOREZ, F. et al. Varroa destructor mites vector and transmit pathogenic honey bee viruses acquired from an artificial diet. *PLoS One*, v. 15, n. 11, e0242688, 2020.

PURKISS, T.; LACH, L. Pathogen spillover from Apis mellifera to a stingless bee. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 286, n. 1908, p. 20191071, 2019.

RANGEL, J.; WARD, L. Evaluation of the predatory mite Stratiolaelaps scimitus for the biological control of the honey bee ectoparasitic mite Varroa destructor. *Journal of Apicultural Research*, v. 57, n. 3, p. 425-432, 2018.

ROSA, A. E.; FLECHTMANN, C. H. W. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes. III. Proctotydaeus partamonae, sp.n. (Acari: Acariformes, Tydeidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 43, n. 3, p. 273–275, 1983.

ROSA, A. E.; ANDRE, H. M.; FLECHTMANN, C. H. W. Mites that live in the nests of Brazilian meliponidae 8. Proctotydaeus alvearii new species (Acari: Acariformes, Tydeidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 45, n. 1–2, p. 79–84, 1985.

ROSA-FONTANA, A. S. et al. Fungivorous mites enhance the survivorship and development of stingless bees even when exposed to pesticides. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, p. 20948, 2022.

ROUBIK, D. W. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, 1989.

ROUBIK, D. W. *Pollination of cultivated plants in the tropics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995.

ROUBIK, D. W. Pollination system stability in tropical America. *Conservation Biology*, v. 14, p. 1234-1235, 2000.

ROUBIK, D. W. Stingless bee (Apidae: Apinae: Meliponini) ecology. *Annual Review of Entomology*, v. 68, n. 1, p. 231–256, 2023.

SAKAI, T.; SASAKI, M. Tarsonemus indoapis (Acarina: Tarsonemidae) from Japanese honeybee, Apis cerana japonica. *Honeybee Science*, v. 10, p. 37-38, 1989.

SAMMATARO, D. Global status of honey bee mites. In: HONEY BEE COLONY HEALTH. CRC Press, 2011. p. 37-54.

SAMMATARO, D.; GERSON, U.; NEEDHAM, G. Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact. *Annual Review of Entomology*, v. 45, n. 1, p. 519–548, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.519.

SANTOS, A. C. C. et al. Bacteria, yeasts, and fungi associated with larval food of Brazilian native stingless bees. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 5147, 2023.

SCHWARZ, H. F. Stingless bees (Meliponidae) of the Western Hemisphere. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 90, p. 1-546, 1948.

SINGH, R. et al. RNA viruses in hymenopteran pollinators: evidence of inter-taxa virus transmission via pollen and potential impact on non-Apis hymenopteran species. *PLoS One*, v. 5, n. 12, e14357, 2010.

SMITH, K. M. et al. Pathogens, pests, and economics: drivers of honey bee colony declines and losses. *EcoHealth*, v. 10, n. 4, p. 434–445, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10393-013-0870-2.

STORK, N. E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology*, v. 63, n. 1, p. 31–45, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348.

STRAUB, L. et al. Age-dependent hypopharyngeal gland size and protein content of stingless bee workers, Tetragonula pagdeni. *PLoS One*, v. 19, n. 8, e0308950, 2024.

THUNGRABEA, M.; TONGMA, S. Effect of entomopathogenic fungi, Beauveria bassiana (Balsam) and Metarhizium anisopliae (Metsch) on non-target insects. *Current Applied Science and Technology*, v. 7, n. 1-1, p. 8-12, 2007.

TOLEDO-HERNÁNDEZ, E. et al. The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. *Apidologie*, v. 53, n. 1, p. 8, 2022.

TÓTH, E. et al. Queens, not workers, produce the males in the stingless bee Schwarziana quadripunctata quadripunctata. *Animal Behaviour*, v. 66, n. 2, p. 359-368, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2218.

TURK, F. A. Insecticolous Acari from Trinidad, B.W.I. *Proceedings of the Zoological Society of London*, v. 118, n. 1, p. 82–125, 1948. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1948.tb00367.x.

UEIRA-VIEIRA, C. et al. Scientific note on the first molecular detection of the acute bee paralysis virus in Brazilian stingless bees. *Apidologie*, v. 46, p. 628-630, 2015.

VOGEL, S. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: LANGE, O. L. et al. (Eds.). *Physiological Plant Ecology III*. Springer, 1983. p. 559–624.

VOLLET-NETO, A. et al. Recent advances in reproductive biology of stingless bees. *Insectes Sociaux*, v. 65, n. 2, p. 201–212, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00040-018-0607-x.

WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. Mites on plants. In: WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C. (Eds.). *Mites: Ecology, Evolution* e *Behaviour*. Springer Netherlands, 2013. p. 281–339. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7164-2_8.

CAPÍTULO II

MANUSCRITO

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS (ARACHNIDA) ASSOCIADOS A NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) EM AMBIENTES DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA

*Manuscrito a ser submetido para o periódico Systematic e Applied Acarology

CAPÍTULO 2: DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS (ARACHNIDA) ASSOCIADOS A NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO (HYMENOPTERA: MELIPONINI) EM AMBIENTES DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA

Éricles Charles Da Silva Melo[1]; Eduardo Luiz Bezerra De Melo[1]; Airton Torres Carvalho[2]; Jose Wagner da Silva Melo[1]; Simão Dias Vasconcelos[1];

[1] Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

[2] Departamento de Ecologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, Mossoró, Brasil.

RESUMO

As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) são essenciais para os ecossistemas terrestres, com maior diversidade no Brasil. São polinizadoras chave nos ecossistemas, interagindo com vários artrópodes, incluindo ácaros, que desempenham um papel mutualista ao ajudar na decomposição de resíduos e no controle de fungos nos ninhos. Os ácaros, por sua vez, apresentam uma grande diversidade de espécies associadas a esses insetos, com algumas sendo especialistas em determinadas abelhas, como *Melipona scutellaris*, que já possui registros de ácaros parasitas e não parasitas. Este estudo investigou a ocorrência de ácaros em colônias de seis espécies de abelhas sem ferrão em dois domínios morfoclimáticos do Brasil (Caatinga e Mata Atlântica), com amostragens realizadas de junho de 2023 a março de 2024. As amostras revelaram a presença de 10 espécies de ácaros distribuídas em cinco famílias, com os gêneros *Laelaspis* predominante na Mata Atlântica e *Trigonacoptes* na Caatinga. A maior abundância de ácaros foi encontrada nas bordas das colmeias. A análise de rarefação indicou diferenças significativas na riqueza de ácaros entre os domínios, com a Floresta Atlântica apresentando maior diversidade. Além disso, a distribuição dos ácaros variou significativamente entre as regiões. O estudo destacou a importância de compreender as interações entre ácaros e meliponíneos, especialmente em relação aos impactos da translocação de colônias de abelhas para novas áreas.

1. INTRODUÇÃO

Abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) (ASF) são insetos eussociais distribuídos nos trópicos e subtrópicos do planeta. Sua maior diversidade está localizada no ocidente, onde cerca de 80% das mais de 600 espécies válidas são encontradas (Ayala et al. 2013). O Brasil é considerado o berço da diversidade de meliponíneos, com 259 espécies descritas, distribuídas em 28 gêneros (Nogueira, 2023). Este grupo desempenha papel essencial nos ecossistemas terrestres, como polinizador de espécies vegetais. Sua diversidade está correlacionada com a taxa de frutificação. Em áreas com alta diversidade de polinizadores, a frutificação pode alcançar até 90%, enquanto em áreas com baixa diversidade, essa taxa pode cair para cerca de 60 (Slaa, 2006).

Os ninhos de ASF, especialmente em ambientes desafiadores como as florestas sazonalmente secas no Brasil, são exemplos de adaptação e resiliência de colônias. Nessas regiões, períodos prolongados de seca impõem a necessidade de armazenamento de mel e pólen em potes de alimentos, que garantem a sobrevivência da colônia em tempos de escassez (Grüter, 2020). Além disso, as abelhas sem ferrão constroem e reforçam seus ninhos utilizando cerume, uma mistura de cera e resina, com propriedades antimicrobianas que ajudam a proteger a estrutura contra fungos e bactérias (Roubik, 2006). Para reforçar a proteção, a cera é misturado com materiais como lama e fragmentos vegetais para formar o batume, que reveste as paredes internas dos ninhos (Roubik, 2023). A riqueza de subprodutos do ninho não apenas sustenta a colônia, mas também cria um microhabitat que pode ser explorado por outros organismos, que se beneficiam das estruturas e condições propícias que esses subprodutos oferecem.

Os meliponíneos desenvolveram relações com diversos outros grupos, incluindo colêmbolas, dermápteros, pseudoscorpiões e ácaros. Dentre estes, os ácaros são normalmente os mais abundantes nos ninhos, e se alimentam principalmente do material em decomposição, fungos e microartrópodes. Esta relação é considerada, normalmente, mutualista, pois ajudam a reduzir os resíduos produzidos pelas abelhas e retardam o crescimento de fungos dentro do ninho (Grüter, 2020).

Ácaros formam o grupo mais diverso de aracnídeos em termos de espécies e habitats (Stork, 2018). Muitas espécies são específicas a um hospedeiro ou hospedeiros filogeneticamente ou ecologicamente próximos (Eickwort 1994; Klimov *et al*. 2007; Hass *et al.* 2019). Essas interações específicas podem surgir devido a adaptações para foresia, convivência com o hospedeiro ou mesmo pela evolução de mecanismos fisiológicos (Eickwort, 1994). Ácaros de 29 famílias e 90 gêneros são encontrados associados a abelhas (Apidae), e somente apenas 17 gêneros foram identificados em abelhas sem ferrão de Meliponini (Klimov *et al.* 2016).

Em meliponíneos, várias espécies de ácaros foram relatadas como especialistas, com enfoque para a família Laelapidae (Okabe, 2013). Contudo, os registros de ácaros prejudiciais são escassos, apenas parasitas como *Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851 (Trombidiformes: Pyemotidae) e *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781 (Sarcoptiformes: Acaridae) são relatados se alimentando da hemolinfa das abelhas em estágio larval (Atyeo *et al.* 1974; Macias-Macias e Otero-Colina, 2004). A falta de conhecimento sobre a fauna acarina e sua história de vida pode dificultar a criação econômica de abelhas, chamada meliponicultura.

A meliponicultura é uma atividade milenar e tem aumentado nos últimos anos (Cortopassi-Laurino *et al.* 2006). Como um negócio sub-explorado e, na maioria das vezes, praticado informalmente, grande parte do conhecimento do meliponicultor é empírico, carecendo de embasamento científico que possa contribuir para a melhoria do manejo (Jaffé *et al.* 2015). Com o aumento da atividade, ocorre o transporte de colmeias de diferentes espécies de ASF para outras localidades, mesmo que fora de sua área de ocorrência. Ao translocar os ninhos, outros organismos são levados junto (Freitas *et al.* 2009; Carvalho, 2022). Diante disso, torna-se essencial investigar a composição da fauna acarina associada às abelhas, a fim de compreender os potenciais impactos ecológicos e sanitários que podem surgir devido à translocação dessas espécies.

Este estudo objetivou analisar a ocorrência da fauna acarina associada a colônias de seis espécies de abelhas sem ferrão presentes em dois domínios morfoclimáticos de importância ambiental e econômica (Caatinga e Floresta Atlântica). Para isso, três hipóteses principais foram levantadas para compreender melhor as interações e a distribuição dos ácaros: I) A diversidade de ácaros não depende da espécie de abelha hospedeira, dado que as semelhanças morfológicas e

comportamentais das abelhas promovem condições similares para a colonização acarina. II) A distribuição espacial dos ácaros está diretamente relacionada ao seu hábito alimentar, onde ácaros onívoros são mais frequentes em áreas de borda e acúmulos de detritos, enquanto outras guildas se concentram em áreas específicas. III) A riqueza de ácaros associados ao corpo das abelhas não varia de acordo com o estágio de desenvolvimento (adultos e imaturos), sugerindo uma constância na associação com o hospedeiro ao longo do seu ciclo de vida. Dessa forma, nosso estudo buscou não apenas mapear a biodiversidade de ácaros em colônias de abelhas sem ferrão, mas também elucidar as relações ecológicas que contribuem para a dinâmica dessa interação simbiótica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e seleção de espécies de abelhas

O estudo foi conduzido nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte do nordeste do Brasil, em meliponários de quatro localidades de dois domínios geográficos: A Floresta Atlântica (Camaragibe e Igarassu, Pernambuco). Caatinga (Serra Talhada-Pernambuco e Mossoró- Rio Grande do Norte) (Tabela 3). Os locais de coleta foram escolhidos de acordo com a disponibilidade e a quantidade de colônias necessárias para a amostragem. Os meliponários estavam localizados em áreas periurbanas, cercados de áreas de recuperação vegetal, com remanescentes de florestas nativas. A amostragem ocorreu entre o outono e o verão, de junho de 2023 a março de 2024.

Realizamos a coleta de ácaros em ninhos de ASF cuidadosamente selecionados, com características visivelmente saudáveis, como alta atividade das abelhas, ausência de sinais de doenças, além de estruturas internas bem preservadas e estoque de alimento adequado (Figura 13). Para as amostragens foram selecionadas seis espécies: *Melipona subnitida* Ducke, 1910; *Melipona scutellaris* Latreille, 1811; *Melipona mandacaia* Smith, 1863; *Scaptotrigona depilis* Moure, 1942; *Frieseomelitta doederleini* Friese, 1900; *Plebeia flavocincta* Cockerell, 1912. Estas espécies são representativas na meliponicultura do nordeste brasileiro (Figuras 5 à 10).

Tabela 3 Ambiente de coleta de ácaros, município, espécies de abelhas, número de colônias e método de coleta utilizado. *Melipona scutellaris*= Mscu; *Scaptotrigona depilis* = Sdep; M*elipona mandacaia* = Mman; *Melipona subnitida* = Msub; *Frieseomelitta doederleini* = Fdod; *Plebeia flavocincta* = Pfla. Amostragem à vácuo = AV; Coleta de abelhas = CA. (*) Não houve coleta completa dos indivíduos.

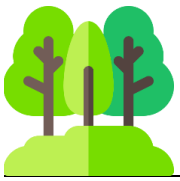
Ambiente	**Município**	**Espécies (ASF)**	**Nº de colônias**	**Método de coleta**
Floresta Atlântica	Camaragibe	*Mscu*	5	AV/CA
	(08º01'18"S 34º58'52"W)	*Sdep*	2	AV/CA
	Igarassu	*Sdep*	4	AV
	(07º50'04"S 34º54'23"W)			
Caatinga	Serra Talhada	*Mman*	3	AV/CA*
	(07º59'07"S 38º17'34"W)			
	Mossoró	*Msub*	4	AV/CA*
	(05º12'14"S 37º19'44"W)	*Fdod*	4	AV/CA*
		Sdep	3	AV/CA
		Pfla	4	AV

Figura 5. *Melipona mandacaia*. A – Vista lateral do corpo de operária. Note pelos escuros; B – Interior do ninho mostrando disco de cria. Autor: Carvalho e Zanella

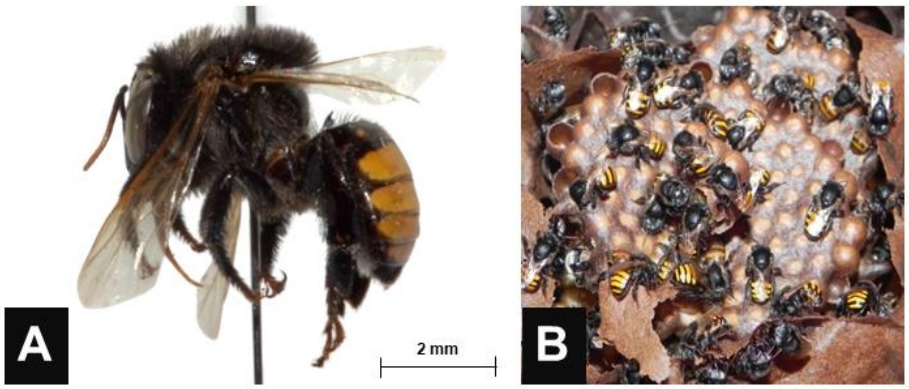
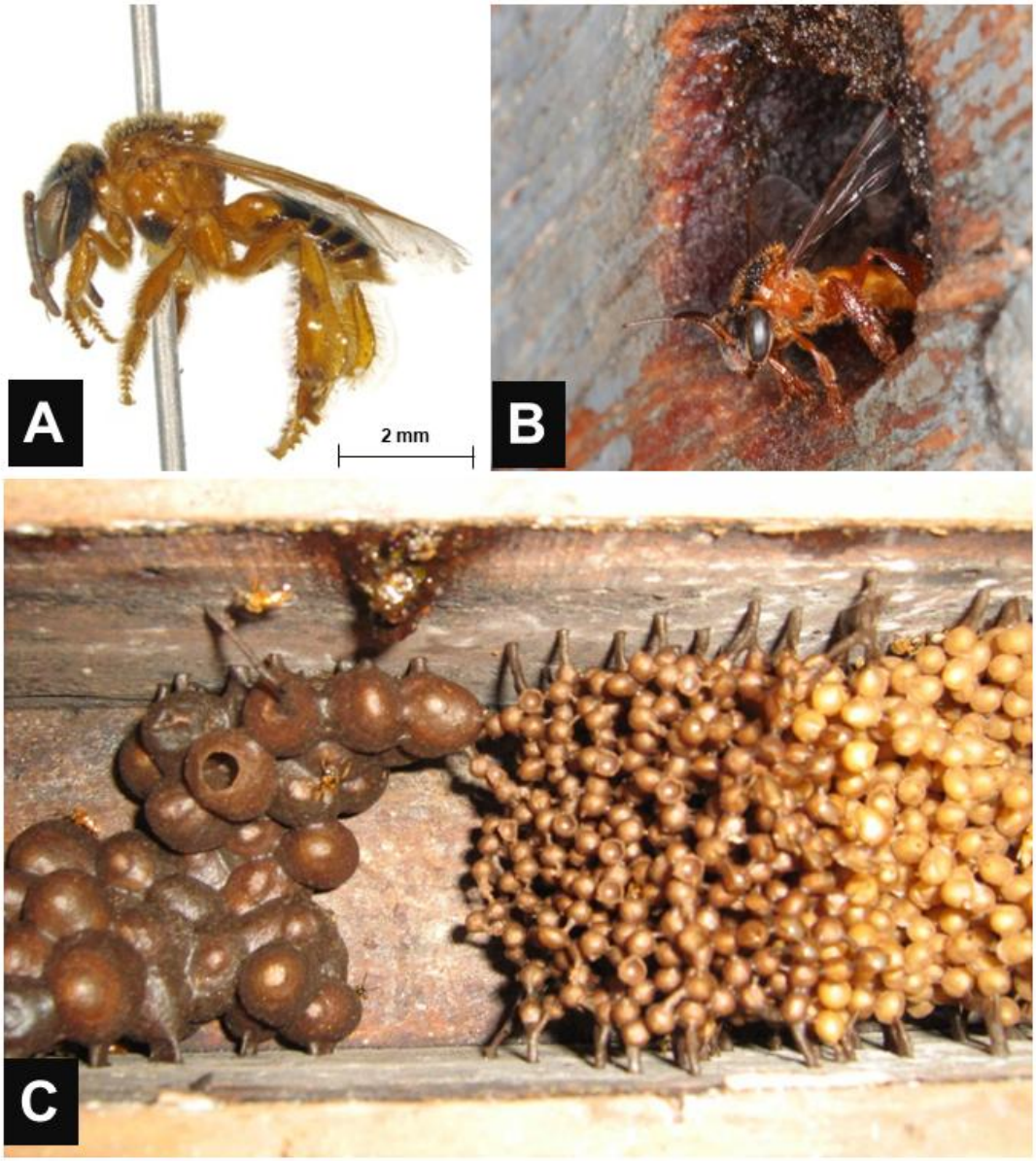
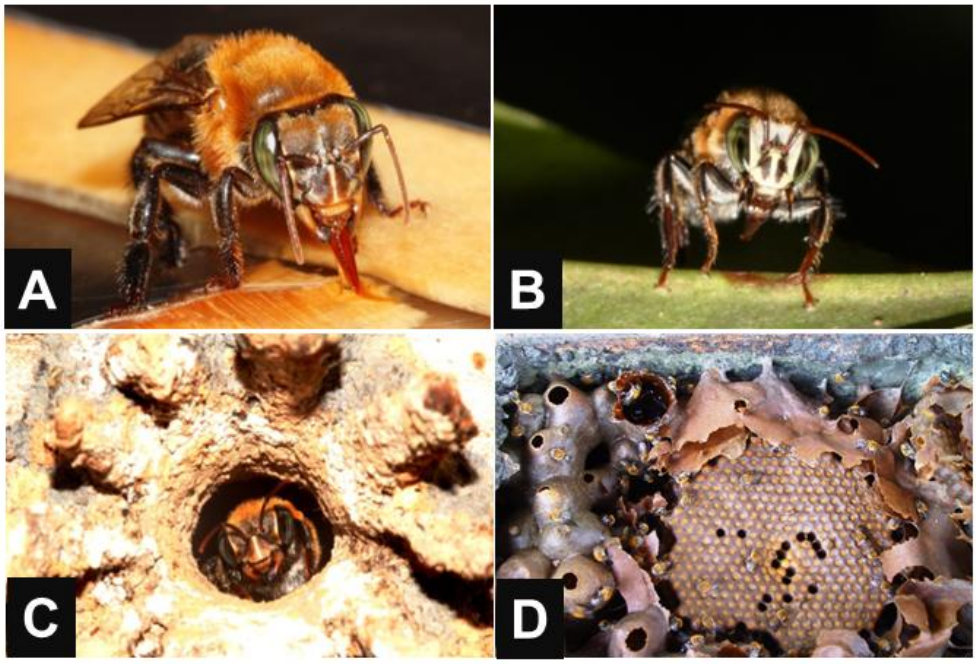


Figura 6. Frieseomelitta doederleini. A – Lateral do corpo; B – Entrada do ninho; E – Interior do ninho com células de cria jovens (escuras), células maduras (amarelas) e potes de mel.



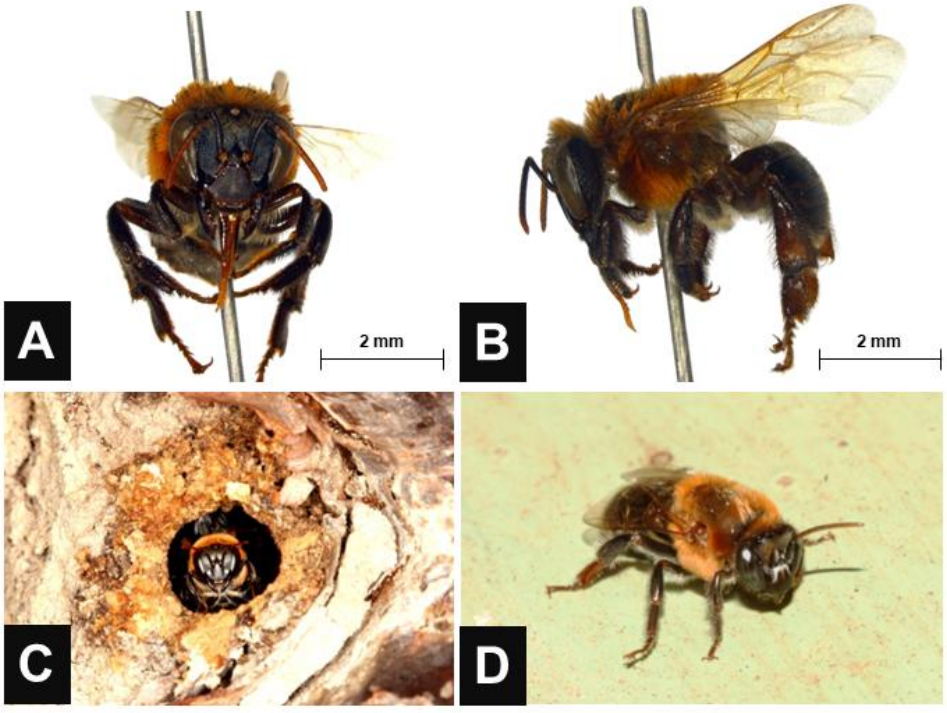
Autor: Carvalho e Zanella, 2017.

Figura 7. Melipona scutellaris. A – Operária; B – Macho. Note coloração clara da face; C – Entrada do ninho com operária guarda. Note estrias; D – Interior do ninho em caixa nordestina com células de cria novas e potes mel e pólen.



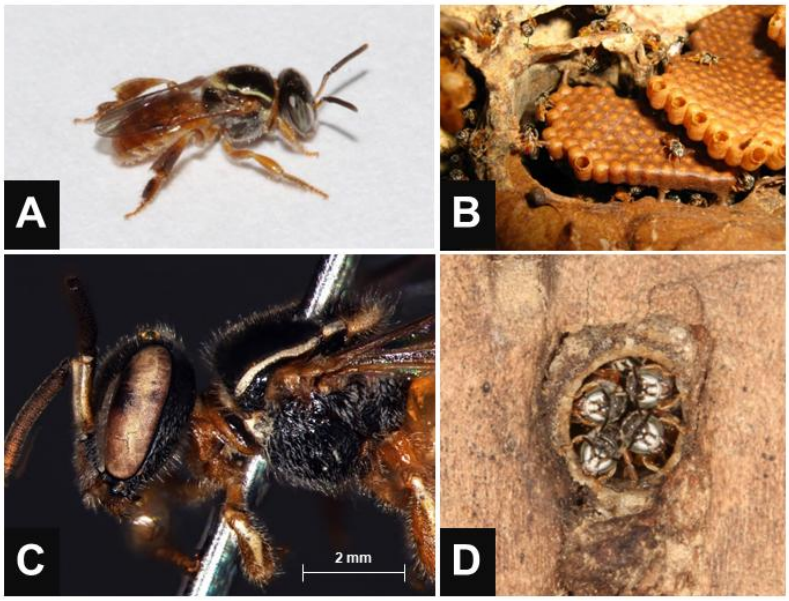
Autor: Carvalho e Zanella, 2017.

Figura 8. Melipona subnitida. A – Cabeça de operária. B – Vista lateral do corpo; Notar pelos ferrugíneos no tórax com integumento escuro. C – Macho. Note mancha em formato de “w” invertido na face; D – Entrada do ninho com operária guarda.



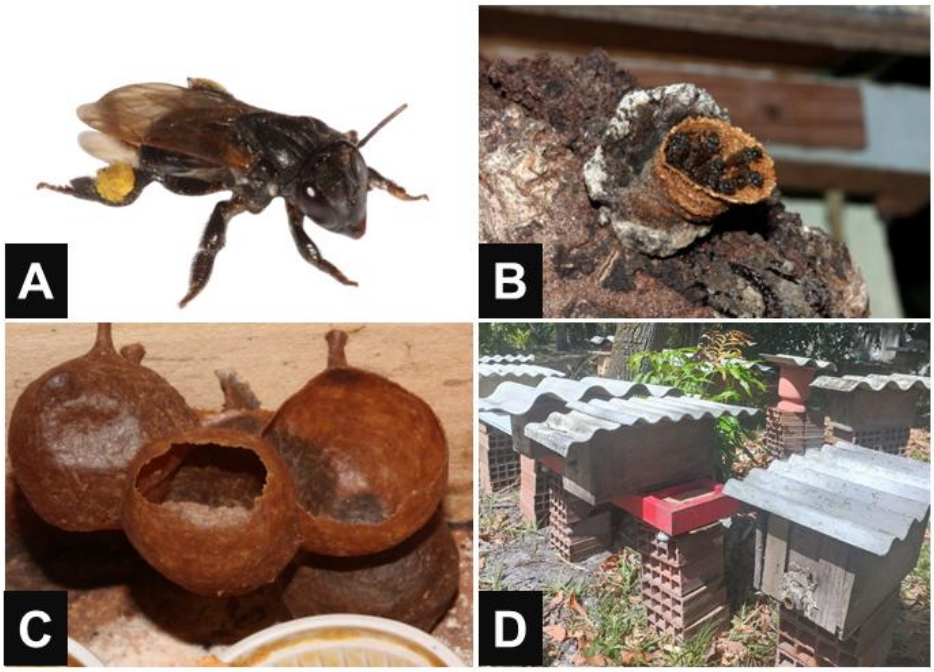
Autor: Carvalho e Zanella, 2017.

Figura 9. *Plebeia flavocincta*. A – Operária. Note coloração do metassoma. Em alguns indivíduos o metassoma pode ser muito mais escuro. B – Detalhe da região de cria de um ninho da região de Mossoró. C – Vista lateral mostrando a linha amarela na borda do escutelo; E – Entrada do ninho com guardas posicionadas.



Autor: Carvalho e Zanella, 2017.

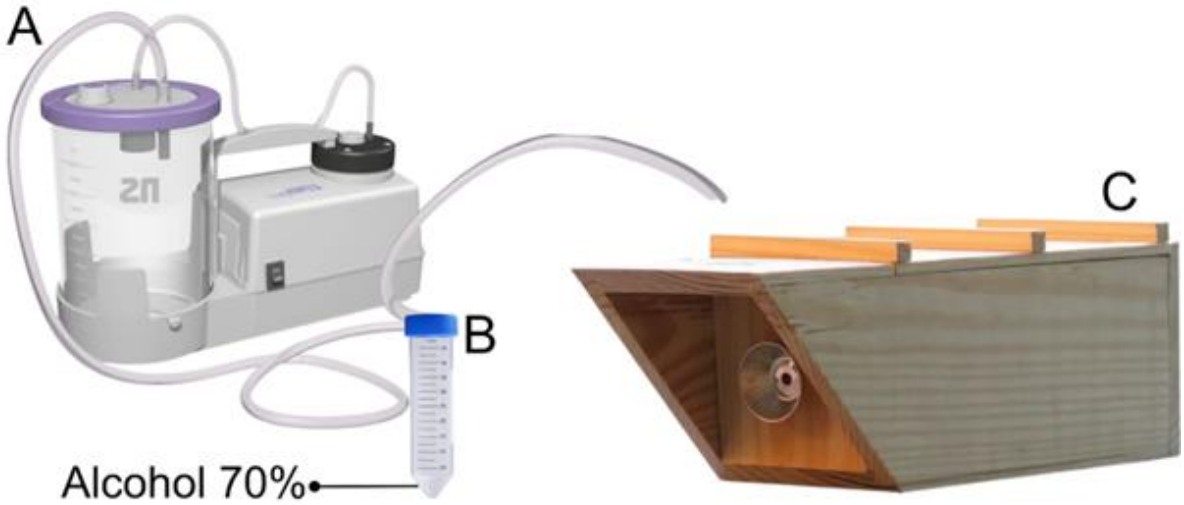
Figura 10. *Scaptotrigona depilis*. A – Operária carregando pólen em sua curbícula. B –Entrada do ninho. Note que a entrada foi construída por cima da entrada de outra abelha que habitava anteriormente. C – Potes de mel. D – Caixas no modelo nordestina em meliponário de Igarassu-PE.



Autor: Carvalho e Zanella, 2017.

2.2 Amostragem dos ácaros

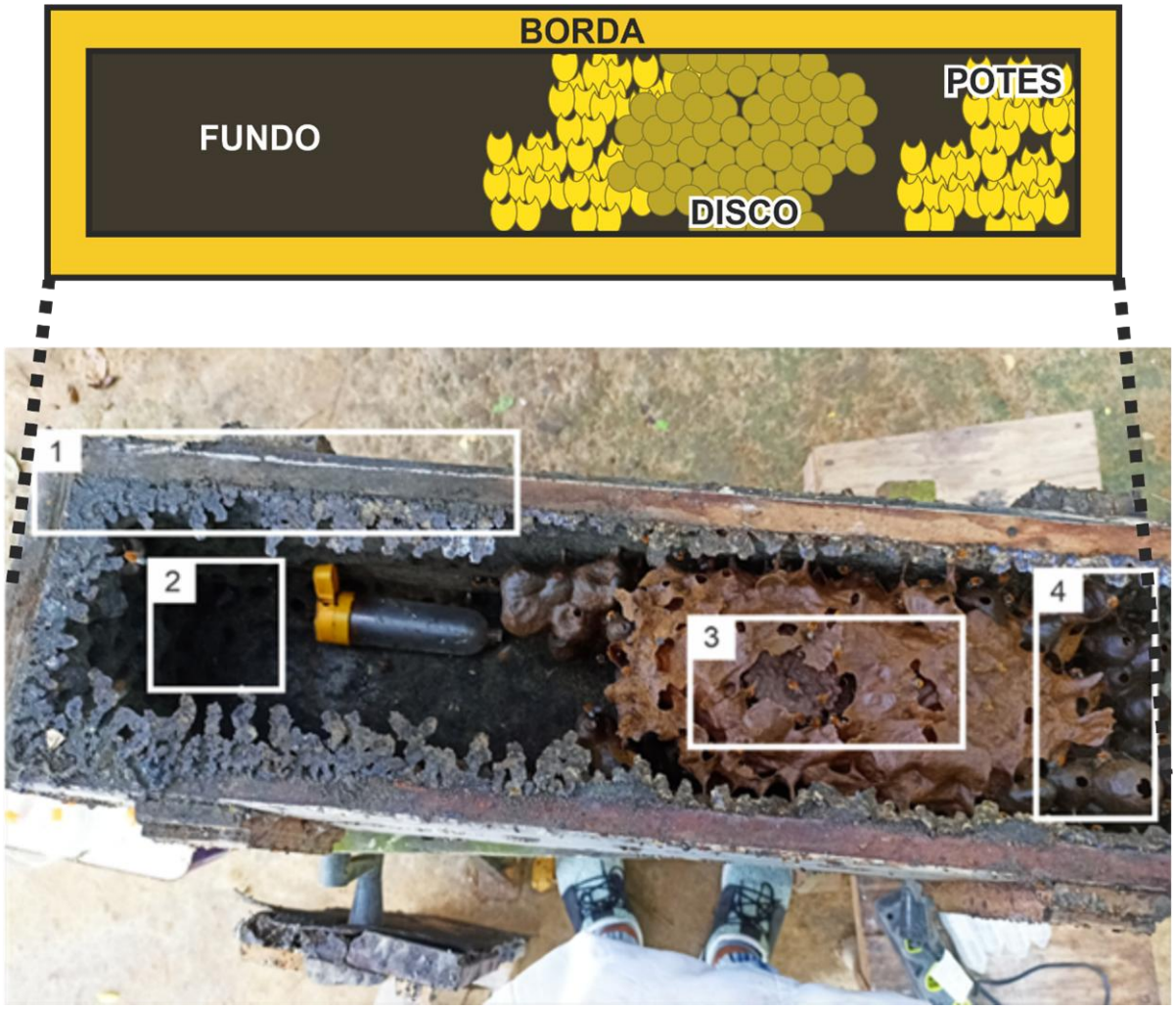
Figura 11. Esquema do aspirador adaptado para o método de coleta. (A) Aspirador modelo: ASPIRAMAX; (B) Tubo Falcon embebido em álcool 70%; (C) Colmeia padrão “nordestina” para criação de abelhas sem ferrão.



Para a coleta dos ácaros, utilizamos um aspirador clínico automático (modelo: MA520-60 da linha ASPIRAMAX), com potência de 160 VA, motor de 1/33 HP, e frequência de 60 Hz. O equipamento foi escolhido por sua eficiência e capacidade de manter um fluxo de ar estável, com uma pressão de vácuo de aproximadamente -610 mmHg e nível de ruído que não perturbaria as abelhas durante a coleta. Um tubo FALCON contendo álcool 70% foi acoplado ao sistema, com a tampa adaptada para possuir uma entrada de ar, pela qual os ácaros eram direcionados ao tubo, e uma saída de ar equipada com um filtro, conectada diretamente ao aspirador, assegurando a captura segura dos indivíduos (Figura 11).

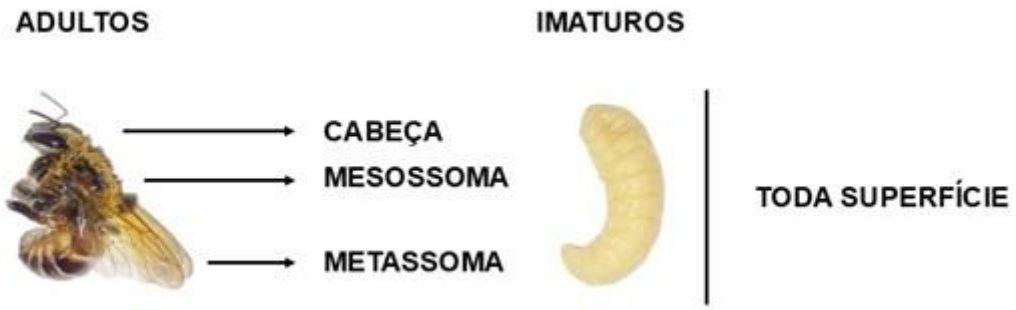
Visando obter uma captura ampla de cada colônia, coletamos material de várias partes da colmeia, no qual, classificamos em quatro áreas: (I) borda externa e tampa do ninho; (II) fundo interno da colmeia; (III) parede externa e interna de 1 à 5 potes de mel e pólen; e (IV) discos de células de crias superiores (Figura 12).

Figura 12. Áreas de coleta do ninho. (1) Borda externa a tampa do ninho; (2) fundo interno da colmeia; (3) discos de células de crias superiores; (4) parede externa e interna de 1–5 potes de mel e pólen.



Em cada região de coleta, o procedimento de aspiração foi realizado durante um período de 2 minutos, garantindo uma amostragem consistente e uniforme em todas as áreas de estudo. Além da aspiração, foram coletadas, de cada ninho, cinco abelhas em diferentes estágios (adultos e imaturos) para verificarmos a ocorrência de ectoparasitismo (Figura 13).

Figura 13. Método de visualização dos ácaros fixados ao corpo das abelhas adultas e imaturos.



Todos os materiais coletados foram observados com microscópio estereoscópico binocular (Leica S6E). Os ácaros foram triados com pincel fino, montados em lâminas de vidro com meio de Hoyer (Jeppson et al. 1975) e mantidos em estufa entre 40 e 50°C por aproximadamente 7 dias para fixação, distensão e clarificação dos corpos de prova e secagem média. Os espécimes foram examinados com um microscópio de luz (Leica DM500) e identificados com base em chaves de identificação, descrições e comparação de chaves web de Krantz et al. (2009) e Klimov e al. (2016).

Espécimes testemunho de abelhas amostrados foram depositados na coleção entomológica temática ASA, Laboratório de Ecologia Comportamental e Espaço ASA da Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, Rio Grande do Norte. Testemunhos dos ácaros foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil. O material biológico de ácaros foi enviado para o taxonomista Dr. Vinicius Borges - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq) para identificação.

2.3 Análise dos dados descritivos e ecológicos

Medidas de tendência central foram calculadas para fornecer uma visão detalhada das características das populações amostradas. Após isso, testes de normalidade foram realizados. Posteriormente, o número total de espécies de ácaros não observadas foi estimado utilizando a equação de Chao (Chao et al. 2014) com a função “specpool” do pacote vegan. Em seguida, curvas de rarefação baseada na

interpolação/extrapolação em função do número de indivíduos amostrados foram realizadas para verificar o esforço amostral. Em seguida, o teste de Shapiro-wilk, com a função “shapiro.test para corrigir as análises pela diferença no esforço amostral.”. Teste de Wilcoxon, foi realizado para comparar a abundância e riqueza entre os domínios fitogeográficos.

Diferenças na distribuição dos espécimes acarinos em relação a região interna do ninho foi comparado através do teste Qui-quadrado, com frações esperadas iguais (25% - equivalente a quatro regiões). Por fim, analisamos a robustez da distribuição dos espécimes em relação as regiões com uma rede de interação. Todas as análises foram realizadas utilizando o software *R*, na sua versão mais recente (versão 4.3.1).

3. RESULTADOS

As amostragens resultaram na obtenção de 7.649 exemplares, pertencendo a dez espécies/morfoespécies de ácaros distribuídas em cinco famílias. Foram registrados 1.435 indivíduos nas áreas de Caatinga e 6.214 indivíduos em Floresta Atlântica (Tabela 4). Embora tenhamos identificado dez morfoespécies, o estimador de Chao sugere que a amostragem de um maior número de colmeias provavelmente revelaria mais espécies de ácaros (Chao = 12 ± 1), considerando os domínios morfoclimáticos de forma conjunta. Em relação às espécies de abelhas coletadas, a abundância de ácaros foi maior nas abelhas *M. scutellaris* (6.274), seguido de *S. depilis* (937), *M. subnitida* (442), *F. doederleini* (47), *P. flavocincta* (9). Não foram encontrados registros de ácaros para a espécie *M. mandacaia*.

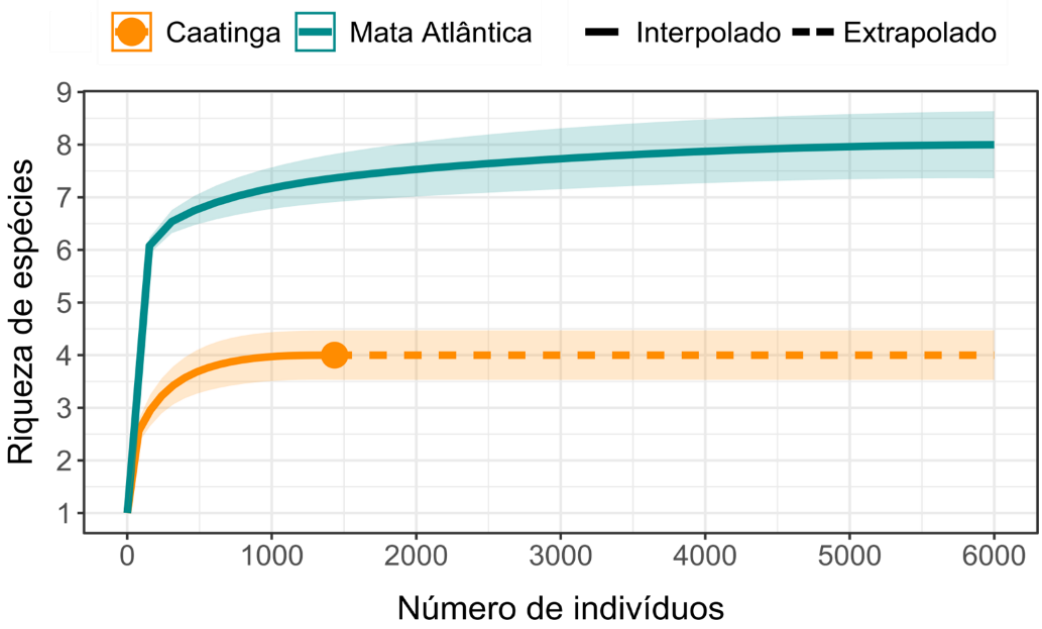
A curva de rarefação da Mata Atlântica indica que o esforço amostral foi suficiente, pois o aumento no número de indivíduos amostrados não resulta em um acréscimo significativo no número de espécies registradas. Por outro lado, a curva de rarefação para a Caatinga sugere que o esforço amostral foi insuficiente, com uma possibilidade de que mais espécies possam ser encontradas com um maior número de amostras (Figura 14).

Tabela 4 Lista de espécies de ácaros encontradas nas colônias das seis espécies de abelhas sem ferrão no Nordeste do Brasil.

		Caatinga					**Mata Atlântica**	
	Abelha/ Ácaro	*Frieseomelitta doederleini*	*Melipona mandacaia*	*Melipona subnitida*	*Plebeia flavocincta*	*Scaptotrigona depilis*	*Scaptotrigona depilis*	*Melipona scutellaris*
Superordem Parasitiformes								
Ordem Mesostigmata								
Macrochelidae	*Macrocheles* Latreille, 1829.	0	0	0	0	0	0	103
	Proctolaelaps Berlese, 1923	0	0	0	0	0	0	136
Laelapidae	*Laelaspis* Karg*, 1982*	0	0	0	0	0	0	5.725
Eviphididae	Msp1	0	0	0	0	0	0	92
(Subordem Trigynaspida)	Msp2	0	0	0	0	0	0	148
Superordem Acariformes								
Ordem Trombidiformes								
Iolinidae	Msp3	0	0	0	0	0	0	68
Família*	Msp4	44	0	72	0	20	0	0
Família*	Msp5	3	0	0	0	0	0	0
Ordem sarcoptiformes								
(Subordem Oribatida)	Msp6	0	0	0	9	0	0	2
Partamonacoptidae	*Trigonacoptes* Fain e Rosa, 1983.	0	0	370	0	917	0	0
	Total	**47**	**0**	**442**	**9**	**937**	**0**	**6.274**

(*) Não identificada

Figura 14. Curvas de rarefação baseada nos indivíduos coletados.



As morfoespécies foram diferentes entre as regiões. Cada região apresentou um dominante, sendo *Laelaspis* mais abundante na Floresta Atlântica e *Trigonacoptes* na Caatinga. Entretanto, quando comparamos a abundância entre os dois domínios, não houve diferenças ($p = 0.069$). Contudo, ao comparar a riqueza entre as duas localidades, há diferença na composição de espécies ($p< 0,001$) (Figura 15). iNos dois ambientes, a maior abundância de ácaros foi encontrada na região de borda (51,3%), seguida pela região de fundo (39%), potes de mel e pólen (7,96%) e discos de cria (1,67%). A distribuição dos ácaros entre as regiões indicam que a abundância e a distribuição dos ácaros variam de maneira significativa entre a Caatinga ($\chi^2= 489,6$, $df = 3$, $p < 0,001$) e a Mata Atlântica ($\chi^2= 6084,9$, $df = 3$, $p < 0,001$) (Figura 17). Foram analisadas 485 abelhas coletadas de cada colônia, entretanto não foi possível a visualização de ectoparasitismo nas abelhas analisadas.

A análise da rede de interações revelou que o índice H2 para as áreas internas dos ninhos é relativamente baixo, com valores de 0,30 na Caatinga e 0,15 na Mata Atlântica (Figura 16). Esses índices indicam uma baixa especialização e uma estrutura de rede que é vulnerável a perturbações, como a perda de espécies chave.

Figura 15. Número médio de abundância e riqueza de ácaros por ninho. A cor laranja demonstra a riqueza e a cor verde demonstra a abundância

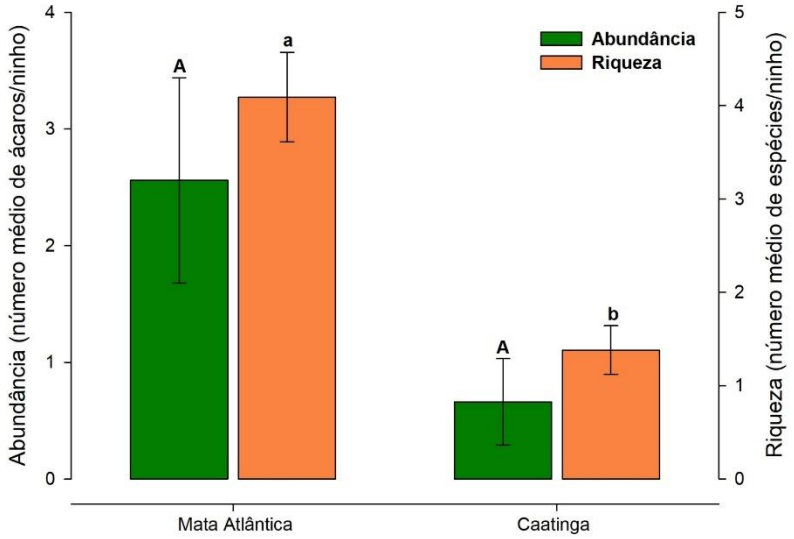
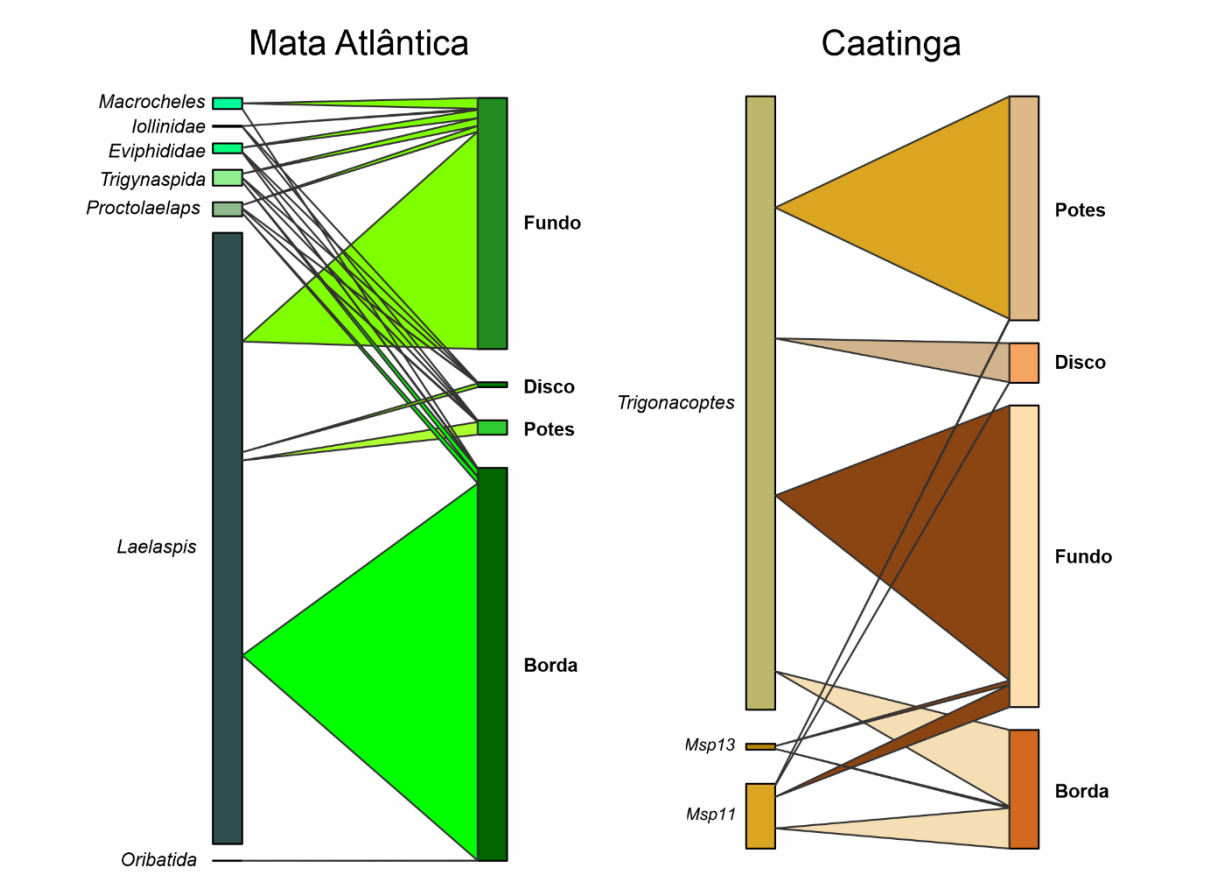


Figura 16. Rede de interação dos ácaros em relação as regiões internas do ninho. As cores verdes referem-se a Mata Atlântica e as cores marrons referem-se a Caatinga.



A distribuição de espécimes de ácaros nas diferentes regiões internas dos ninhos revelou ser distante entre os domínios morfoclimáticos. Nos ninhos da Caatinga, os ácaros mostraram maior preferência pelas regiões de fundo e potes. Em contraste, nos ninhos da Mata Atlântica, a maior concentração de espécimes foi observada na borda, seguida pela região de fundo (Figura 17).

Figura 17. Distribuição de espécimes acarinas em função da região interna do ninho, entre a Caatinga (χ^2= 489,6 , df = 3, p < 0,001) e a Mata Atlântica (χ^2= 6084,9, df = 3, p < 0,001). A linha tracejada vermelha representa as frações esperadas para cada região.

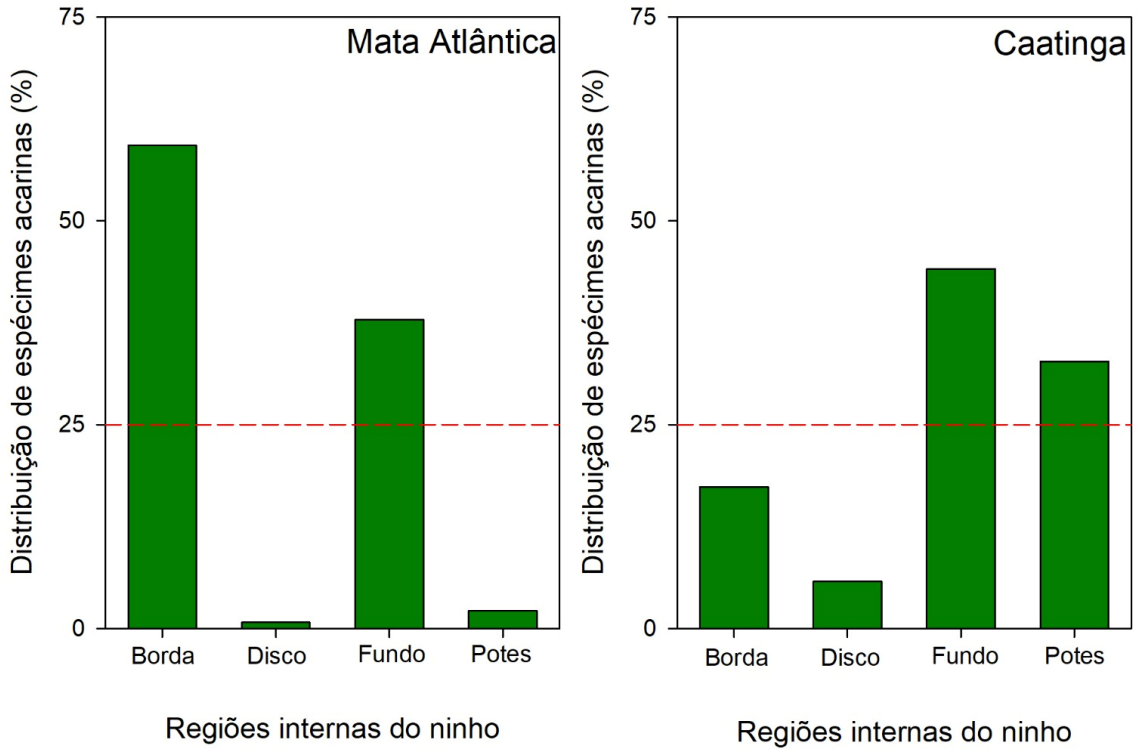


Figura 18. *Macrocheles* sp.

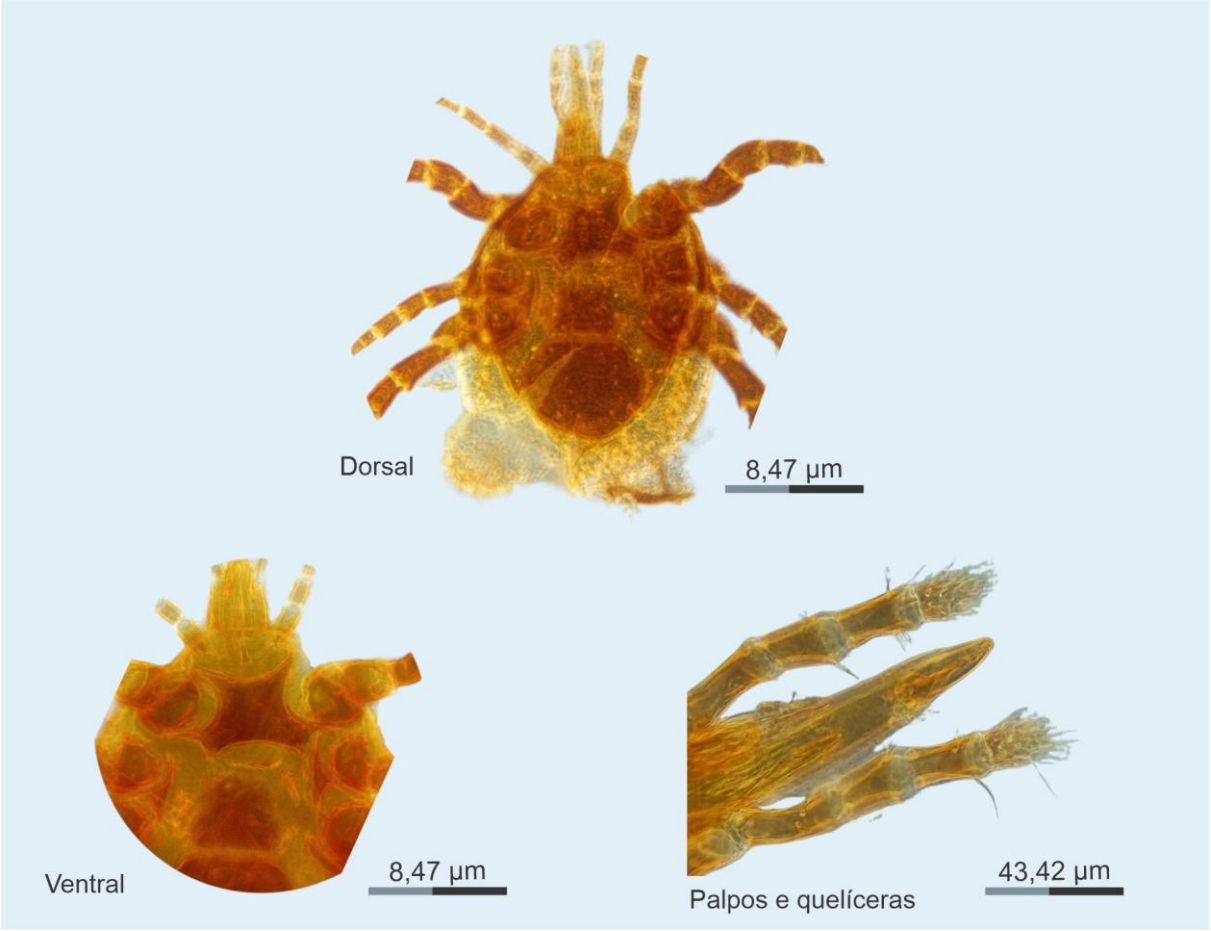


Figura 19. *Laelaspis* sp.

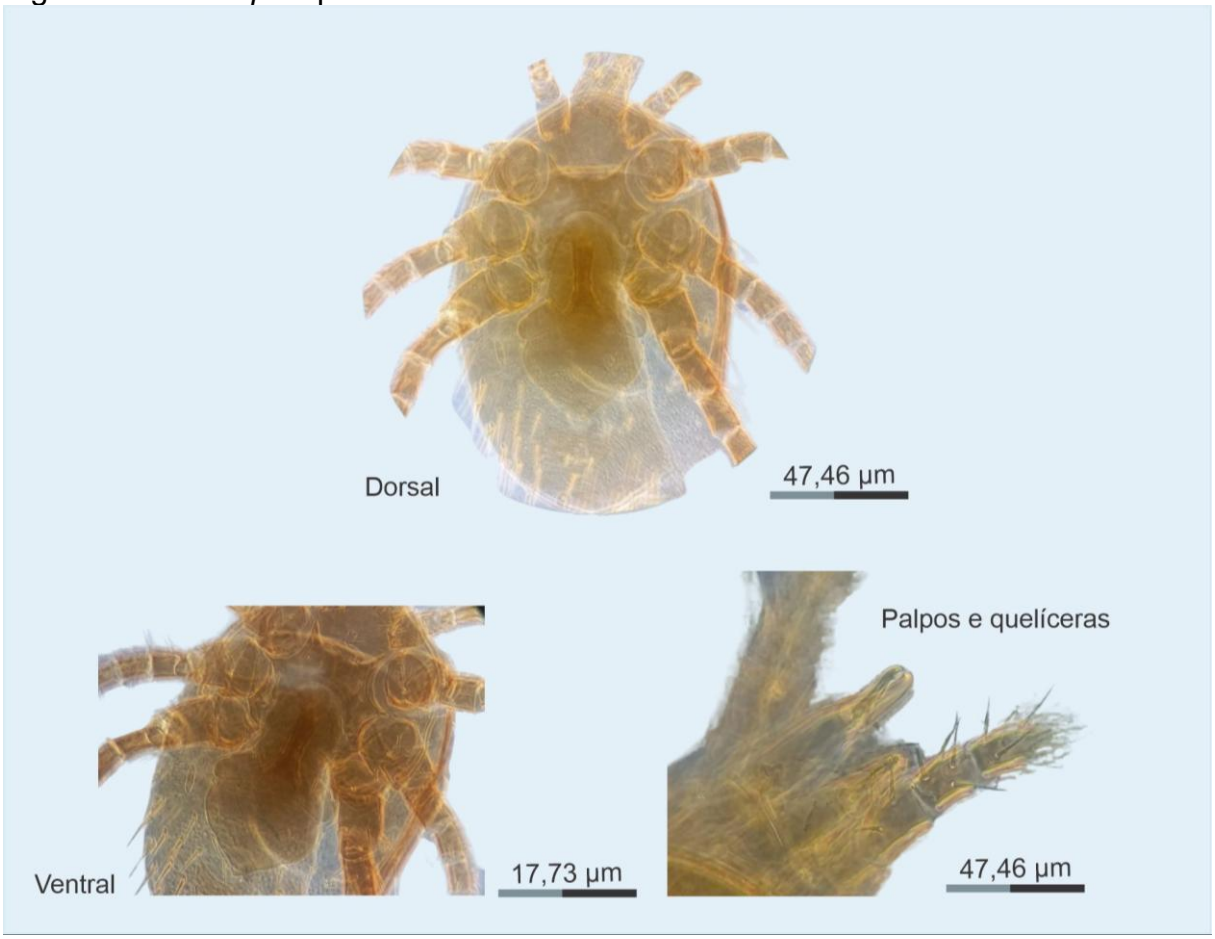


Figura 20. *Proctolaelaps* sp.

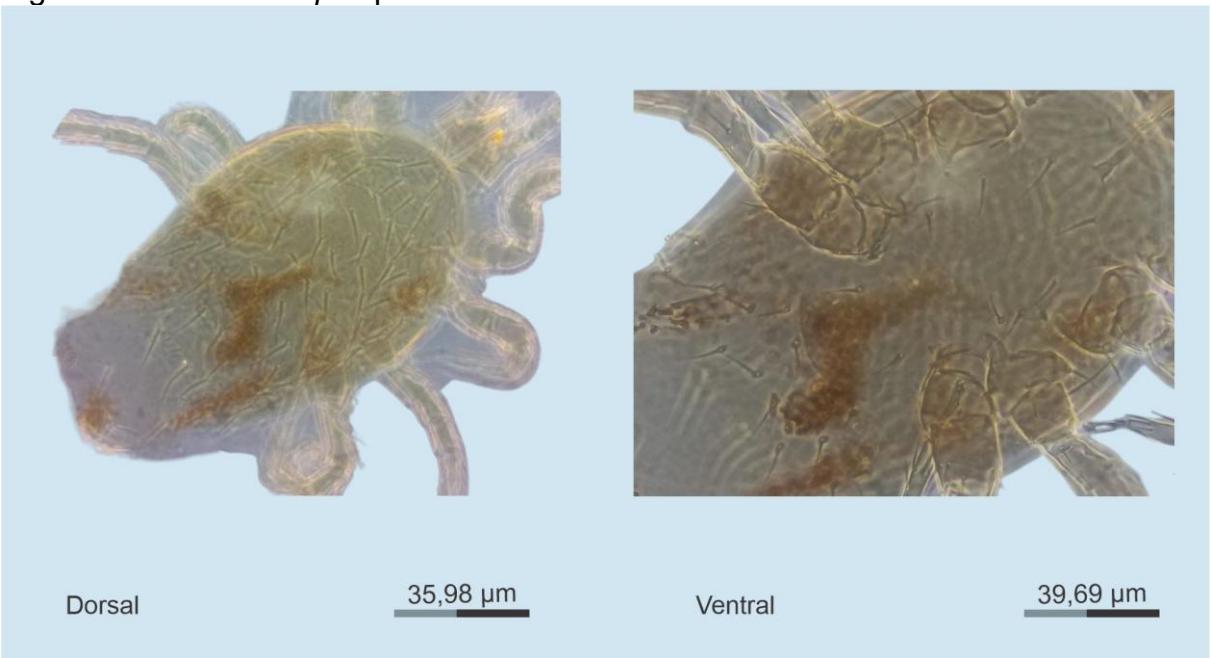


Figura 21. Ordem Oribatida

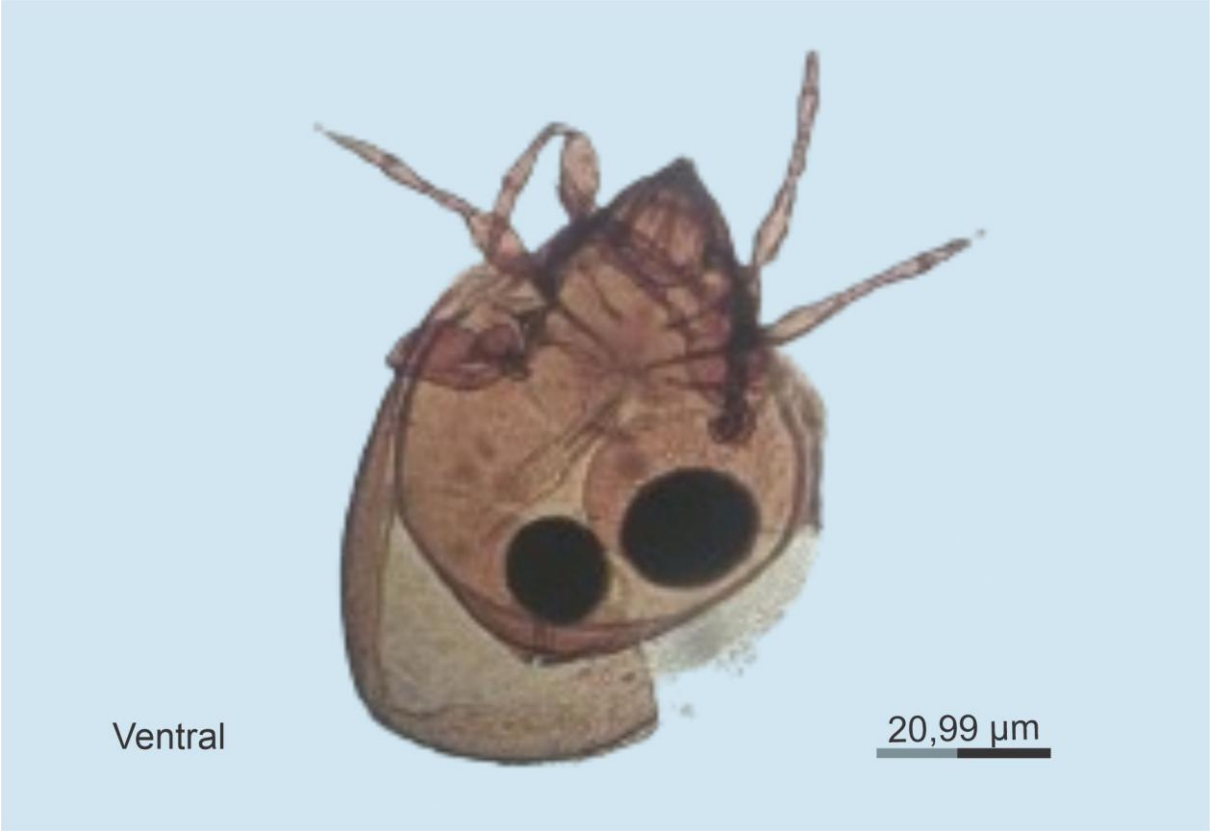
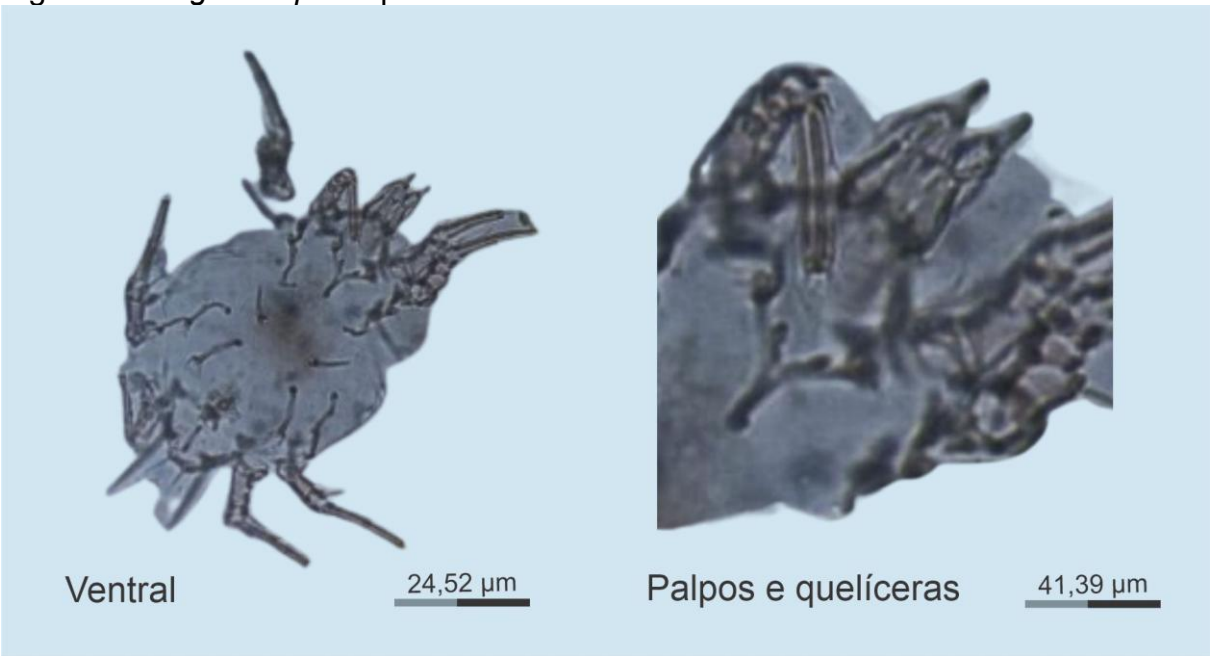


Figura 22. *Trigonacoptes* sp.



4. DISCUSSÃO

Nossa amostragem coletou ácaros em seis espécies de abelhas sem ferrão em ambientes de Floresta Atlântica e Caatinga. Dentre essas espécies, apenas *M. scutellaris* possui registros prévios de fauna acarina. A literatura documenta a presença de três famílias de ácaros nessa espécie: Laelapidae, Ereynetidae e Triplogynidae (Delfinado-Baker *et al.* 1983; Baker *et al.* 1984; Fain *et al.* 1985). No presente trabalho houve maior abundância da família Laelapidae. Laelapidae apresenta uma grande diversidade de espécies que podem ser parasitas de invertebrados e vertebrados, além de predadores, habitando tanto o solo quanto ninhos de vertebrados e artrópodes (Da-Costa et al. 2021; Joharchi e Shahedi 2016). O gênero *Laelaspis* (Figura 19) foi encontrado somente em associação com *M. scutellaris*, o que pode sugerir uma especificidade nesta espécie de abelha. Além disso, outros dois grupos foram encontrados, o gênero *Macrocheles* (Figura 18) e *Proctolaelaps* (Figura 20), ambos são conhecidos em abelhas do gênero *Bombus***.** Eles se alimentam de diversos organismos que vivem em esterco e matéria em decomposição, podendo até se alimentar de larvas de pequenas moscas. Além disso, há registros de canibalismo entre eles (Azevedo *et al.* 2018; Klimov et al. 2016).

Os aspectos biológicos de *Trigonacoptes* Fain e Rosa (1983) (Figura 22), ainda permanecem obscuros, há apenas um único trabalho de descrição taxonômica dessa espécie. Mas foi encontrado uma maior quantidade de ácaros nos potes de suprimentos das abelhas. É possível que essa quantidade observada seja devido a grande quantidade de pólen presente. Adicionalmente, os potes representam uma região do ninho bastante protegida pelas abelhas, logo se torna um ambiente favorável para a reprodução desses ácaros. A ocorrência desse ácaro em ninhos de *M. subnitida* e *S. depilis* pode estar relacionada à proximidade dos ninhos no meliponário (Caatinga), entretanto isso não ocorreu em outro meliponário (Mata Atlântica) em que estavam próximas *M. scutellaris* e *S. depilis.* Da-Costa et. al, 2021 sugere que a diversidade de ácaros pode estar intrinsecamente ligada à espécie da abelha, todavia essa hipótese não se aplica às nossas observações.

Em *M. scutellaris* também houve a ocorrência da família *Iolinidae*. Membros desta família podem ser encontrados em plantas, solo e associados a ninhos de insetos. Há relatos de seu hábito fungívoro em ninhos de *Scaptotrigona postica* (Latreille 1807) (Flechtmann e Camargo 1974; Theron et al. 2012; Rosa-Fontana *et al.* 2022). Flechtmann e Camargo (1974) demonstraram perdas de 50% em células de cria de *S. postica* sem presença de ácaros, devido a uma doença fúngica que se desenvolvia rapidamente nas células de cria, após a introdução de *Proctotydaeus (Neotydeoulus) therapeutikos* observaram uma diminuição do nível de mortalidade para cerca de 3%. Rosa- Fontana (2022) mostrou que a presença de *Proctotydaeus (Neotydeolus) alvearii* pode aumentar a sobrevivência de larvas de *S. postica* quando expostas ou não a pesticidas.

Para além, ácaros como *Proctolaelaps*, podem desempenhar um papel benéfico dentro dos ninhos, atuando no controle de fungos ou outros micro-organismos prejudiciais. *Macrocheles,* já conhecido por se alimentar de larvas de pequenas moscas (Azevedo *et al.* 2018), pode ser um agente fundamental no controle da principal praga das abelhas sem ferrão, *Pseudohypocera kertezsi* Enderlein, 1912, que podem infestar o ninho e acabar com as provisões rapidamente (Oliveira et al. 2013). Essas interações podem abrir novas perspectivas para o uso de ácaros como agentes de controle biológico dentro da meliponicultura.

Nossos resultados sugerem que os biomas somados com as práticas de manejo em meliponários podem influenciar a composição e abundância de ácaros.

Especialmente em áreas periurbanas cercadas por vegetação nativa, parece favorecer uma diversidade maior de ácaros em ambientes como a Mata Atlântica, enquanto práticas de limpeza mais intensas das próprias abelhas podem limitar essas interações.

Além das diferenças regionais, fatores sazonais, como variações de temperatura e umidade ao longo do ano, podem ter contribuído para as diferenças observadas na abundância de ácaros. Pequeno et al. (2017) evidenciou que em biomas tropicais, a variação temporal na abundância de ácaros e outros artrópodes é frequentemente mais ocorrente do que a variação espacial. Essa dinâmica sazonal, na maioria das vezes influenciada pela precipitação, demonstra que mudanças nas condições ambientais ao longo do ano podem alterar significativamente os padrões de abundância. Observamos similaridades no presente estudo, sugerindo que a maior abundância de ácaros na Floresta Atlântica, especialmente nos meses finais ao período chuvoso (julho e agosto), pode estar relacionada a essas variações ambientais sazonais.

Os resultados demonstrados pela rede de interação apresentam vulnerabilidade sugerindo que as interações dentro dos ninhos são mais generalistas e menos resilientes, o que pode levar a uma instabilidade ecológica em caso de mudanças, como a introdução de patógenos ou alterações ambientais. A diferença entre as regiões pode estar associada à variação na diversidade de ácaros e à influência das práticas de manejo, que podem afetar a composição e a complexidade das interações.

Embora não tenhamos encontrado a ocorrência de ácaros fixados ao corpo das abelhas, a forésia pode acontecer. Um exemplo claro do nosso estudo são os ácaros coletados da ordem Oribatida, conhecidos por terem seu hábito comum no solo/serrapilheira e com um corpo fortemente esclerotinizado (Krantz e Walter, 2009). Essa ocorrência pode estar correlacionada ao motivo das abelhas coletarem argila para misturarem com resinas vegetais na fabricação de geoprópolis (subproduto utilizado na vedação do ninho). Além disso, os ácaros podem ser dispersos por outros produtos coletados pelas abelhas, como polén e néctar. Essa forésia temporária permite que os ácaros alcancem áreas protegidas do ninho, como os potes de suprimentos, aumentando suas chances de sobrevivência e reprodução. Assim, as

abelhas não desempenham apenas o papel de hospedeiras passivas, mas também podem atuar ativamente na dinâmica de dispersão desses organismos.

Embora o conhecimento sobre a biologia e os impactos específicos seja limitado, as informações sobre os níveis taxonômico e ecológico desse grupo associado aos Meliponini permanecem escassas. Nossas observações mostraram várias famílias de ácaros que ocorrem em associação com abelhas sem ferrão. Estas informações reforçam a forte interação entre estes dois grupos, ajudando a corroborar com a suspeita de que vários gêneros de Laelapidae são especialistas em abelhas sem ferrão (Okabe, 2013).

A contribuição desta pesquisa articula-se em quatro eixos. Do ponto de vista do manejo, apresentamos uma nova metodologia de amostragem de ácaros, de baixo custo e alta eficiência, e acessível para meliponicultores e cientistas. Sob a perspectiva da ecologia básica, descrevemos a ocorrência de uma complexa variedade de espécies e famílias associadas a ASF. Do ponto de vista da saúde das colônias, apontamos para potenciais espécies de importância sanitária, especialmente como controle de pragas. Por fim, contribuímos para a taxonomia, pois o estudo indica prováveis espécies ainda não descritas pela comunidade cientifica. Os exemplares coletados encontram-se em fase de identificação por especialistas.

Por fim, destacamos a necessidade contínua de pesquisa e estudos mais aprofundados sobre a ecologia, comportamento e impacto desses ácaros nas colônias de abelhas sem ferrão. Compreender melhor essas interações podem ser fundamentais para a conservação e o manejo das abelhas sem ferrão, especialmente à medida que a preocupação com a saúde das abelhas aumenta em todo o mundo.

5. REFERÊNCIAS

ATYEO, W. T.; Baker, E. W.; Delfinado, M. D. Gaudiella minuta, a new genus and species of mite (Acarina: Acaridia) belonging to the new family Gaudiellidae. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Washington, v. 64, n. 4, p. 295–298, 1974.

AYALA, R.; Gonzalez, V. H.; Engel, M. S. Mexican stingless bees (Hymenoptera: Apidae): Diversity, distribution, and indigenous knowledge. In: Vit, P.; Pedro, S.; Roubik, D. (Eds.). *Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees*. New York: Springer Science e Business Media, 2013. p. 135–152. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7_9

AZEVEDO, L. H. et al. Potential of Macrocheles species (Acari: Mesostigmata). *Biological Control*, Amsterdam, v. 123, p. 1-8, 2018. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.04.013

BAKER, E. W.; Flechtmann, C. H. W.; Delfinado-Baker, M. Acari domum meliponinarum brasiliensium habitantes. VI. New species of Bisternalis Hunter (Laelapidae: Acari). *International Journal of Acarology*, v. 10, n. 3, p. 181–189, 1984. https://doi.org/10.1080/01647958408683373

CARVALHO, A. F. Illegalities in the online trade of stingless bees in Brazil. *Insect Conservation and Diversity*, v. 15, n. 6, p. 673–681, 2022. https://doi.org/10.1111/icad.12590

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: Challenges and opportunities. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 275–292, 2006. https://doi.org/10.1051/apido:2006027

DA-COSTA, T.; Dos Santos, C. F.; Rodighero, L. F.; Ferla, N. J.; Blochtein, B. Mite diversity is determined by the stingless bee host species. *Apidologie*, v. 52, p. 950–959, 2021.

DELFINADO-BAKER, M.; Baker, E. W.; Roubik, D. W. A new genus and species of Hypoaspidinae (Acari: Laelapidae) from nests of stingless bees. *International Journal of Acarology*, v. 9, n. 4, p. 195–203, 1983. https://doi.org/10.1080/01647958308683337

EICKWORT, G. C. Evolution and life-history patterns of mites associated with bees. In: Houck, M. A. (Ed.). *Mites: Ecological and Evolutionary Analyses of Life-History Patterns*. London: Chapman e Hall, 1994. p. 218-251.

EICKWORT, G. Evolution and life-history patterns of mites associated with bees. In: Houck, M. (Ed.). *Mites: Ecological* e *Evolutionary Analyses of Life-History Patterns*. Berlin: Springer, 1994. p. 218-251.

FAIN, A.; Flechtmann, C. H. W. Acari domum Meliponinarum brasiliensium habitantes XI Meliponopus palpifer g n, sp n from the bee Melipona seminigra Meliponidae. *International Journal of Acarology*, v. 112, p. 89–91, 1985.

FLECHTMANN, C. H. W.; CAMARGO, C. A. Acari associated with stingless bees (Meliponidae, Hymenoptera) from Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE 4TH INTERNATIONAL CONGRESS OF ACAROLOGY, 1974, [Local do evento]. Anais... [s.n.], 1974. p. 315-319.

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. Apidologie, v. 40, p. 332-346, 2009. DOI: https://doi.org/10.1051/apido/2009012.

GRÜTER, C. Stingless bees: their behaviour, ecology and evolution. [S.l.]: Springer Nature, 2020.

HAAS, S. M. et al. Mite-y bees: bumble bees (Bombus spp., Hymenoptera: Apidae) host a relatively homogeneous mite (Acari) community, shaped by bee species identity but not by geographic proximity. Ecological Entomology, v. 1, p. 1-14, 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/een.12706.

JAFFÉ, R. et al. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. PLOS ONE, v. 10, n. 3, e0121157, 2015. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121157.

JOHARCHI, O.; SHAhedi, A. A new species of Hypoaspis Canestrini (Acari, Mesostigmata, Laelapidae) associated with Oryctes sp. (Coleoptera, Scarabaeidae) in Iran. ZooKeys, v. 574, p. 105-112, 2016. DOI: https://doi.org/10.3897/zookeys.574.7767.

KLIMOV, P. B. et al. Bee mite ID: Bee-associated mite genera of the world. In: USDA-APHIS IDENTIFICATION TECHNOLOGY PROGRAM (ITP). [S.l.], 2016. Disponível em: http://idtools.org/id/mites/beemites/index.php. Acesso em: [data de acesso].

KLIMOV, P. B.; O'CONNOR, B. M. Acarinaria in associations of apid bees (Hymenoptera) and chaetodactylid mites (Acari). Invertebrate Systematics, v. 21, p. 109–136, 2007. DOI: https://doi.org/10.1071/IS06019.

MACIAS-MACIAS, J. O.; OTERO-COLINA, G. Infestation of Pyemotes britici (Acari: Pyemotidae) on Melipona colimana (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae): A case study. AGROCIENCIA, v. 38, n. 5, p. 525–528, 2004.

NOGUEIRA NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. [S.l.]: Edição Nogueirapis, 1997.

NOGUEIRA, D. S. Overview of stingless bees in Brazil (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). EntomoBrasilis, v. 16, e1041, 2023. DOI: https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v16.e1041.

O'CONNOR, B. M. Cohort Astigmata. In: KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. (Eds.). A Manual of Acarology. [s.l.]: Texas Tech University Press, 2009. p. 565–657.

OKABE, K. Ecological characteristics of insects that affect symbiotic relationships with mites. Entomological Science, v. 16, p. 363–378, 2013. DOI: https://doi.org/10.1111/ens.12050.

OLIVEIRA, A. P. M.; VENTURIERI, G. C.; CONTRERA, F. A. L. Body size variation, abundance and control techniques of Pseudohypocera kerteszi, a plague of stingless bee keeping. [s.n.], 2013.

PEQUENO, P. A. C. L.; FRANKLIN, E.; NORTON, R. A.; MORAIS, J. W.; GUILHERME, D. R. Spatial abundance pattern of a common soil arthropod changes suddenly with season in a tropical rainforest. *Pedobiologia - Journal of Soil Ecology*, v. 63, p. 46–51, 2017. DOI: 10.1016/j.pedobi.2017.07.002.

ROSA-FONTANA, A. S. et al. Fungivorous mites enhance the survivorship and development of stingless bees even when exposed to pesticides. Scientific Reports, v. 12, n. 1, p. 20948-20948, 2022.

ROUBIK, D. W. Stingless bee (Apidae: Apinae: Meliponini) ecology. Annual Review of Entomology, v. 68, n. 1, p. 231–256, 2023.

SEEMAN, O. D.; WALTER, D. E. Phoresy and mites: more than just a free ride. Annual Review of Entomology, v. 68, p. 69–88, 2023. DOI: 10.1146/annurev-ento-120220-013329.

SLAA, E. J. et al. Stingless bees in applied pollination: Practice and perspectives. Apidologie, v. 37, p. 293–315, 2006.

STORK, N. E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? Annual Review of Entomology, v. 63, n. 1, p. 31–45, 2018. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348.

THERON, N. et al. A new genus and eight new species of Tydeoidea (Acari: Trombidiformes) from Protea species in South Africa. International Journal of Acarology, v. 38, p. 257-273, 2012. DOI: https://doi.org/10.1080/01647954.2011.619576.

APÊNDICE A – MATERIAL COMPLEMENTAR – CAPÍTULO I

Tabela 5 Palavras-chave e combinações utilizadas nas bases de busca.

Base	Combinações	Resultados
Scopus	mite AND “stingless bee”	19
	acar* AND “abelha sem ferrão”	0
	acar* AND “abeja sin aguijón”	0
	mite AND melipon*	16
	acar* AND melipon*	21
Web of Science	mite AND “stingless bee”	12
	acar* AND “abelha sem ferrão”	0
	acar* AND “abeja sin aguijón”	0
	mite AND melipon*	13
	acar* AND melipon*	29
Google Scholar	mite AND “stingless bee”	1.880
	acar* AND “abelha sem ferrão”	90
	acar* AND “abeja sin aguijón”	103
	mite AND melipon*	2.390
	acar* AND melipon*	555
SciELO	mite AND “stingless bee”	0
	acar* AND “abelha sem ferrão”	0
	acar* AND “abeja sin aguijón”	0
	mite AND melipon*	0
	acar* AND melipon*	0
CAPES		
	mite AND “stingless bee”	32
	acar* AND “abelha sem ferrão”	3
	acar* AND “abeja sin aguijón”	0
	mite AND melipon*	23
	acar* AND melipon*	28

APÊNDICE B – MATERIAL COMPLEMENTAR – CAPÍTULO I

Tabela 6 Banco de dados obtidos da revisão.

Ano de Publicação	Revista	Abelhas	Ácaros	Estado/ Província	País	Risco de Associação	Hábito	Tipo de Publicação	Citação
1984	International Journal of Acarology	*Duckeola ghilianii* Spinola, 1853	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
2009	Genetics and molecular research	*Frieseomelitta varia* Lepeletier, 1836	*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	Minas Gerais	Brazil	Unknown	Unknown	Ocorrence	MENEZES *et al.* 2009
2022	Journal of apicutural research	*Frieseomelitta varia* Lepeletier, 1836	*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781	Minas Gerais	Brazil	Unknown	Unknown	Ocurrence	SILVA *et al.* 2022
1985	Bulletin e annales de la Société entomologique de Belgique	*Frieseomellita modesta* Posey, 1983	*Melissotydeos macrosolenus* Andre, 1985	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ANDRE, 1985
1984	International Journal of Acarology	*Lestrimellita guyanensis* Roubik, 1980	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Lestrimellita limao* Smith, 1863	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
2004	Agrociencia	*Melipona colimana* Ayala, 1999	*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	Jalisco	Mexico	Unknown	Unknown	Taxonomy	MACIAS-MACIAS e OTERO-COLINA 2004
1984	International Journal of Acarology	*Melipona crinita* Moure of e Kerr, 1950	*Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker and Reyess Ordaz, 1983	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1948	Proceedins of the Zoological Society of London	*Melipona trinitatis* Cockerell, 1919	*Zontia meliponensis* Türk, 1948.	Unlimited	Trinidad and Tobago	Unknown	Unknown	Ecology	TURK, 1948

1948	Proceedins of the Zoological Society of London	*Melipona trinitatis* Cockerell, 1919	*Hypoaspis favosus* Berlese, 1916	Unlimited	Trinidad and Tobago	Uncertain	Uncertain	Ecology	TURK, 1949
1984	International Journal of Acarology	*Melipona fasciculata* Smith, 1854	*Hunteria Braziliensis* Delfinado-Baker, Baker and Flechtmann, 1984	Maranhão	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	DELFINADO-BAKER *et al.* 1984
1983	Revista Brazileira de Biologia	*Melipona lateralis* Erichson, 1848	*Proctotydaeus partamonae* Rosa et. Flechtmann, 1983	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ROSA e FLECHTMANN, 1983
1974	Journal of the Washington Academy of Sciences	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Gaudiella minuta* Atyeo, 1974	São Paulo	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ATYEO *et al.* 1974
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Lorryia meliponarum* Da-Costa et al. 2019	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2020	Systematic and Applied Acarology	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Proctotydaeus quadrifasciatae* Da-Costa et al. 2020	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	COSTA *et al.* 2020
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Lasioseius* Berlese, 1916	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Hypoaspis alfabetica* Berlese, 1916	Rio Grande do Sul	Brazil	Uncertain	Uncertain	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Cheletomimus gracilis* Fain, Bochkov e Corpuz-Raros 2002	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Lorryia reticulata* Oudemans, 1924	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Forcellinia* sp. Oudemans, 1924	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021

2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Platyglyphus* sp. Kurosa, 1976	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836	*Glycyphagus* sp. Hering, 1838	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
1983	International Journal of Acarology	*Melipona scutellaris* Latreille, 1811	*Melittiphisoides apiarium* Delfinado-Baker, Baker e Flechtmann, 1984	Pernambuco	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	DELFINADO BAKER *et al.* 1984
1983	Acarology	*Melipona scutellaris* Latreille, 1811	*Triplogynium irapora* Flechtmann, 1983	Pernambuco	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	FLECHTMANN, 1983
1984	International Journal of Acarology	*Melipona scutellaris* Latreille, 1811	*Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983	Pernambuco	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1985	Revista Brazileira de Biologia	*Melipona scutellaris* Latreille, 1811	*Ereynetes meliponae* Flechtmann, Fain, e Leal, 1985	Pernambuco	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	FAIN *et al.* 1985
1985	International Journal of Acarology	*Melipona seminigra* Friese, 1903	*Meliponopus palpifer* Fain e Flechtman, 1985	Roraima	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	FAIN *et al.* 1985
1983	International Journal of Acarology	*Melipona* sp. Illiger, 1806	*Hypoaspis meliponarum* Vitzthum, 1930	Vera Cruz	Mexico	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1983
1984	International Journal of Acarology	*Melipona* sp. Illiger, 1806	*Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983	Roraima	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
2023	Journal Of Apicultural Research	*Melipona torrida* Friese, 1916	*Leptus* sp. Latreille, 1796	Unlimited	Argentina	Unknown	Unknown	Ocurrence	MARTÍNEZ *et al.* 2023
1985	Bulletin e annales de la Société entomologique de Belgique	Partamona *moureii* Camargo, 1980	*Melissotydeos macrosolenus* Andre, 1985	Roraima	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ANDRE, 1985
1984	International Journal of Acarology	*Partamona nigrior* Cockerell, 1925	*Bisternalis camargoi* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	DELFINADO BAKER *et al.* 1984
1983	Revista Brazileira de Biologia	*Partamona pearsoni* Schwarz, 1938	*Proctotydaeus partamonae* Rosa e Flechtmann, 1983	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ROSA e FLECHTMANN 1983

1983	Revista Brazileira de Biologia	*Partamona* sp. Schwarz, 1939	*Proctotydaeus partamonae* Rosa e Flechtmann, 1983	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	ROSA e FLECHTMANN 1984
1984	International Journal of Acarology	*Partamona* sp. Schwarz, 1936	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Partamona testacea* Klug, 1807	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
2019	Zootaxa	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Melissotydeus bipunctata* Da-Costa et al. 2019	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	COSTA *et al.* 2019
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Proctotydaeus lasaroi* Da-Costa et al. 2019	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Eutogenes* sp.	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Tarsonemus* sp. Canestrini e Fanzago, 1876	Rio Grande do Sul	Brazil	Uncertain	Uncertain	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Lorryia* sp. Oudemans, 1925	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Melissotydeus bipunctata* Da-Costa et al. 2019	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Forcellinia* sp. Oudemans, 1924	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836	*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2023	Journal Of Apicultural Research	*Scaptotrigona depilis* Moure, 1942	*Leptus* sp. Latreille, 1796	Unlimited	Argentina	Unknown	Unknown	Ocurrence	MARTÍNEZ *et al.* 2023
2022	Scientific Reports	*Scaptotrigona postica* Latreille, 1807	*Proctotydaeus alvearii* Rosa, André e Flechtmann, 1985	São Paulo	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	ROSA-FONTANA *et al.* 2022

2023	Journal Apicultural Research	Of	*Schwarziana quadripunctata* Lepeletier, 1836	*Leptus* Latreille, 1796	Unlimited	Argentina	Unknown	Unknown	Ocurrence	MARTÍNEZ *et al.* 2023
1984	International Journal Acarology	of	*Tetragona* sp. Lepeletier e Serville, 1828	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
2009	Genetics and molecular research	*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811		*Pyemotes tritici* LaGreze-Fossat e Montagne, 1851	Minas Gerais	Brazil	Unknown	Unknown	Ocurrence	MENEZES et al. 2009
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Lorryia meliponarum* Da-Costa et al. 2019	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Eumellitiphis* sp. Turk, 1948	Rio Grande do Sul	Brazil	Uncertain	Uncertain	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Cheletomimus gracilis* Fain, Bochkov e Corpuz-Raros 2002	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Proctotydaeus dorsoreticulatus* Da-Costa et al. 2020	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Raphignathus* sp. Dugès, 1833	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Tarsonemus* sp. Canestrini and Fanzago, 1876	Rio Grande do Sul	Brazil	Uncertain	Uncertain	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Lorryia reticulata* Oudemans, 1924	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Forcellinia* sp. Oudemans, 1924	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2021	Apidologie	*Tetragonisca fiebrigi* Schwarz, 1938		*Tyrophagus putrescentiae* Schrank, 1781	Rio Grande do Sul	Brazil	Unknown	Unknown	Ecology	COSTA *et al.* 2021
2005	International Journal Acarology	*Trigona albipennis* of	Almeida, 1995	*Suracarus inusitatus* Flechtmann, 2005	Amazonas	Brazil	Unknown	Unknown	Taxonomy	FLECHTMANN, 2005

1984	International Journal of Acarology	*Trigona chanchamayoensis* Schwarz, 1948	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Trigona chanchamayoensis* Schwarz, 1948	*Bisternalis mexicanus* Delfinado-Baker e Reyes Ordaz, 1983	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Trigona chanchamayoensis* Schwarz, 1948	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Trigona fulviventris* Guérin, 1844	*Bisternalis formosus* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Amazonas	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1984	International Journal of Acarology	*Trigona fuscipennis* Friese, 1900	*Bisternalis trigonarum* Baker, Flechtmann e Delfinado-Baker, 1984	Pará	Brazil	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	BAKER *et al.* 1984
1983	International Journal of Acarology	*Trigona hypogea* Silvestri, 1902	*Neohypoaspis ampliseta* Delfinado-Baker, Baker e Roubik, 1983	Unlimited	Panama	Unknown	Unknown	Taxonomy	DELFINADO BAKER *et al.* 1983
2008	Zootaxa	*Trigona silvestriana* Vachal, 1908	*Spathiphyllum friedrichsthalli* Lindquist e Moraza, 2008	Heredia	Costa Rica	Unknown	Unknown	Taxonomy	LINDQUIST e MORAZA 2008
1963	Acarology	*Trigona* sp. Jurine, 1807	*Bisternalis rettenmeyeri* Hunter, 1963	Unlimited	Panama	Uncertain	Uncertain	Taxonomy	HUNTER, 1963
1963	Acarology	*Trigona* sp. Jurine, 1807	*Stevelus amiculus* Hunter, 1963	Unlimited	Panama	Unknown	Unknown	Taxonomy	HUNTER, 1963
2023	Journal Of Apicultural Research	*Trigona spinipes* Fabricius, 1793	*Leptus* sp. Latreille, 1796	Unlimited	Argentina	Unknown	Unknown	Ocurrence	MARTÍNEZ *et al.* 2023