

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**DIVERSIDADE DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA:
ICHNEUMONOIDEA) EM CULTIVO DE EUCALIPTO E VEGETAÇÃO
NATIVA**

CLEIDIANE BARBOSA DOS SANTOS

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
JULHO – 2025

CLEIDIANE BARBOSA DOS SANTOS

**DIVERSIDADE DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA:
ICHNEUMONOIDEA) EM CULTIVO DE EUCALIPTO E VEGETAÇÃO
NATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Rita de Cássia Antunes Lima de Paula (UESB)

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA - BRASIL
JULHO - 2025

S234d

Santos, Cleidiane Barbosa dos.

Diversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em cultivo de eucalipto e vegetação nativa / Cleidiane Barbosa dos Santos, 2025.

70f. : il. color.

Orientador(a): Dr.^a Rita de Cássia Antunes Lima de Paula.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2025.

Inclui referências F. 64 - 70

1. Parasitoides. 2. Serviços ecossistêmicos. 3. Bioindicadores. I. Paula, Rita de Cássia Antunes Lima de. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. III. T.

CDD 632.96

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

UESB – Campus Vitória da Conquista - BA

CLEIDIANE BARBOSA DOS SANTOS

**DIVERSIDADE DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA:
ICHNEUMONOIDEA) EM CULTIVO DE EUCALIPTO E VEGETAÇÃO
NATIVA**

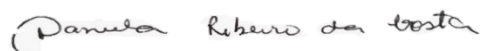
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 31 de julho de 2025.

Comissão Examinadora:



Prof^a. Aldenise Alves Moreira (D.Sc., Agronomia) – UESB



Prof^a. Daniela Ribeiro da Costa (D.Sc., Fitotecnia) - UESB



Prof^a. Rita de Cássia Antunes Lima de Paula (D.Sc., Fitotecnia) - UESB
Orientadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre cuidando de tudo.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela infraestrutura e fornecimento de materiais para a realização desta pesquisa.

À minha maravilhosa orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Rita de Cássia Antunes Lima de Paula, pelo incentivo, pela confiança depositada em mim e no meu trabalho, pelo enorme apoio, além da amizade. Meu muito obrigada!

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e Engenharia Florestal, pelos ensinamentos.

Aos integrantes da banca examinadora da dissertação e da qualificação pelo aceite do convite e pela contribuição nos referidos trabalhos.

Ao grupo do Laboratório de Ecologia e Proteção Florestal pelo acolhimento.

Ao meu coorientador, Prof^º. Dr. Marciel Elio Rodrigues, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho.

À Prof^ª. Dr^ª. Helena Carolina Onody, da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), pelo empenho na identificação dos espécimes.

À Prof.^a Dr^a Raquel Pérez-Maluf, pelo apoio em me ceder o LABISA, o espaço da sua sala, para fotografar todos os espécimes.

À FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) pela bolsa de apoio ao mestrado.

*"Compreender a natureza é o primeiro
passo para cultivá-la com
sabedoria. Na interação
entre plantas e insetos, encontramos
não apenas desafios, mas soluções
para um futuro sustentável."*

Autor desconhecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Importância da cultura do eucalipto	12
2.2. Ocupação do uso da terra e a comunidade das vespas parasitoides	13
2.3. Himenópteros parasitoides	17
2.4. Características da família Ichneumonidae	17
2.5. Uso de Ichneumonidae e o controle das populações de insetos herbívoros	21
ARTIGOS	25
ARTIGO 1: Composição de subfamílias de Ichneumonidae (Hymenoptera) em diferentes usos do solo	26
Resumo	26
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	29
Resultados	32
Discussão	36
Conclusão	38
Referências	39
ARTIGO 2: Diversidade de gêneros Ichneumonidae em diferentes tipos de vegetação no semiárido baiano	43
Resumo	44
Abstract	44
Introdução	45
Material e Métodos	47
Resultados e Discussão	49
Conclusão	59
Referências	60
3. CONCLUSÕES GERAIS	63
4. REFERÊNCIAS.....	64

RESUMO

SANTOS, Cleidiane Barbosa, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, agosto de 2025. **Diversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em Cultivo de Eucalipto e Vegetação Nativa.** Orientadora: Rita de Cássia Antunes Lima de Paula. Co-orientador: Marciel Elio Rodrigues.

A conversão de áreas de vegetação nativa em monoculturas tem provocado impactos significativos sobre a biodiversidade de parasitoides, especialmente da família Ichneumonidae, reconhecida por sua alta diversidade e papel fundamental no controle biológico natural. Este estudo teve como objetivo analisar a diversidade e a composição da família Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em ambientes de eucaliptocultura e vegetação nativa, contribuindo para o entendimento dos efeitos do uso do solo sobre a fauna de parasitoides. O estudo foi conduzido no município de Barra do Choça, Bahia, entre janeiro de 2016 e dezembro de 2017, abrangendo três ambientes: plantio de *Eucalyptus urophylla*, área de capoeira em regeneração e fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana. A coleta dos insetos foi realizada com cinco armadilhas Malaise distribuídas nos diferentes ambientes, permanecendo em campo durante dois anos, com coletas mensais. Os espécimes foram triados, identificados e quantificados em laboratório, totalizando 921 indivíduos distribuídos em 18 subfamílias e 193 morfoespécies. Em relação às subfamílias, os resultados demonstraram que a mata nativa concentrou a maior abundância (68,5%) e riqueza, incluindo três subfamílias exclusivas (Ctenopelmatinae, Nesomesochorinae e Rhyssinae), enquanto o eucalipto apresentou menor diversidade, com ausência de seis subfamílias e predominância de grupos mais generalistas. A capoeira apresentou-se como ambiente intermediário, com 22,9% dos indivíduos e uma subfamília exclusiva. O índice de Shannon-Weaver foi mais elevado na mata, seguido pela capoeira e, por último, pelo eucalipto, refletindo maior diversidade em ambientes com maior heterogeneidade vegetal. A análise de composição revelou agrupamentos mais estáveis entre mata e capoeira, enquanto o eucalipto apresentou maior dissimilaridade. A subfamília Cryptinae apresentou-se com a maior frequência entre os ambientes amostrados. Oito subfamílias foram identificadas como bioindicadoras dos ambientes estudados, destacando a especificidade ecológica de determinados grupos. Em relação aos gêneros e morfoespécies, os gêneros mais frequentes foram *Mnioes*, Townes, *Pimpla*, Fabricius e *Eiphosoma*, Cresson, com destaque para as morfoespécies *Mnioes* sp. 4, *Mnioes* sp. 1, *Pimpla* sp. 1, *Pimpla* sp. 2 e *Eiphosoma* sp. 1. Os resultados evidenciam que a vegetação nativa é fundamental para a manutenção de Ichneumonídeos principalmente os sensíveis às mudanças ambientais e para a conservação da sua diversidade, enquanto a simplificação estrutural das monoculturas limita a riqueza e a abundância desses parasitoides. Assim, a manutenção de paisagens heterogêneas, incluindo vegetação nativa próxima a plantios, revela-se uma estratégia eficaz para conciliar produtividade florestal com conservação da biodiversidade regional, reforçando a importância do manejo integrado do uso do solo para a sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Parasitoides; Serviços ecossistêmicos; Bioindicadores.

ABSTRACT

SANTOS, Cleidiane Barbosa, M.Sc., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, august, 2025. **Diversity of Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) in Eucalyptus Cultivation and Native Vegetation.** Adviser: Rita de Cássia Antunes Lima de Paula. Co-Adviser: Marciel Elio Rodrigues.

The conversion of native vegetation areas into monocultures has caused significant impacts on the biodiversity of parasitoids, especially those of the family Ichneumonidae, recognized for their high diversity and fundamental role in natural biological control. This study aimed to analyze the diversity and composition of Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) in eucalyptus plantations and native vegetation environments, seeking to understand the effects of land use on parasitoid fauna. The study was conducted in the municipality of Barra do Choça, Bahia, between January 2016 and December 2017, covering three environments: *Eucalyptus urophylla* plantation, secondary succession area (capoeira), and a fragment of Semi-Deciduous Seasonal Montane Forest. Insects were collected using five Malaise traps distributed among the different environments, remaining in the field for two years with monthly collections. Specimens were sorted, identified, and quantified in the laboratory, totaling 921 individuals distributed into 18 subfamilies and 193 morphospecies. Regarding subfamilies, results showed that native forest concentrated the greatest abundance (68.5%) and richness, including three exclusive subfamilies (Ctenopelmatinae, Nesomesochorinae, and Rhyssinae), whereas eucalyptus showed lower diversity, with absence of six subfamilies and predominance of more generalist groups. The secondary succession area was an intermediate environment, with 22.9% of individuals and one exclusive subfamily. The Shannon-Weaver index was highest in the native forest, followed by secondary succession and lastly eucalyptus, reflecting greater diversity in environments with higher vegetation heterogeneity. Composition analysis revealed more stable groupings between native forest and secondary succession, while eucalyptus exhibited greater dissimilarity. The subfamily Cryptinae was the most frequent across sampled environments. Eight subfamilies were identified as bioindicators of the studied environments, highlighting ecological specificity of certain groups. Regarding genera and morphospecies, the most frequent genera were *Mnioes*, Townes, *Pimpla*, Fabricius, and *Eiphosoma*, Cresson, with prominence of morphospecies *Mnioes* sp. 4, *Mnioes* sp. 1, *Pimpla* sp. 1, *Pimpla* sp. 2, and *Eiphosoma* sp. 1. The results emphasize that native vegetation is fundamental for maintaining Ichneumonidae, especially those sensitive to environmental changes, and for conserving their diversity, while structural simplification in monocultures limits richness and abundance of these parasitoids. Therefore, maintaining heterogeneous landscapes, including native vegetation near plantations, proves an effective strategy to reconcile forest productivity with regional biodiversity conservation, reinforcing the importance of integrated land-use management for ecosystem and ecosystem services sustainability.

Keywords: Parasitoids; Ecosystem services; Bioindicators.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A expansão da eucaliptocultura no Brasil está relacionada à ampla diversidade de material genético disponível, o qual apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes condições de clima e solo, resultando em impactos econômicos significativos. O cultivo intensivo de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), adaptado com sucesso ao ambiente brasileiro, consolidou-se como um dos pilares do setor florestal nacional, respondendo por cerca de 74% dos plantios florestais do País e abastecendo cadeias industriais de grande relevância, como as de papel e celulose, carvão vegetal e madeira para construção (IBÁ, 2022). O setor gera aproximadamente 2,69 milhões de empregos diretos e indiretos e contribui substancialmente para a balança comercial brasileira, com exportações que atingiram US\$ 12,7 bilhões em 2023 (IBÁ, 2024).

A importância da eucaliptocultura é inegável, com papel estratégico no desenvolvimento econômico do Nordeste brasileiro, especialmente em municípios do Sudoeste da Bahia, como Encruzilhada, Vitória da Conquista e Belo Campo, que se destacam pela expressiva área plantada, impulsionando a geração de empregos, a arrecadação de impostos e o fortalecimento da infraestrutura local (IBGE, 2022). A produtividade média de 45 m³/ha/ano, sustentada por clones adaptados, como o AEC 144 de *Eucalyptus urophylla*, coloca o estado entre os líderes mundiais em eficiência florestal (FERNANDES et al., 2021). Contudo, a expansão acelerada dessa cultura, quando não acompanhada de práticas de manejo sustentável, pode comprometer a integridade dos ecossistemas naturais, acentuando processos de fragmentação, perda de habitat e simplificação estrutural da paisagem (SOUZA et al., 2020).

A modificação do uso do solo é um dos principais agentes da perda global de biodiversidade (CARLSON et al., 2016; SANCHEZ-BAYO e WYCKHUYS, 2019). A substituição da vegetação nativa por monoculturas com estrutura mais homogênea reduz drasticamente a complexidade ambiental, limitando a oferta de recursos alimentares, microhabitats e nichos ecológicos necessários à sobrevivência de diversas espécies e à manutenção dos serviços ecossistêmicos (HOUGHTON et al., 2012).

Segundo os mesmos autores, as funções ecossistêmicas se resumem em fluxos de matéria e energia que regulam e fazem funcionar os ecossistemas naturais, especialmente de grupos funcionais como os parasitoides.

Por sua vez, áreas de vegetação nativa mantêm uma matriz ecológica complexa, composta por múltiplas camadas vegetais, diversidade florística e microclimas variados, que sustentam uma rica fauna de insetos e outros organismos (TSCHARNTKE et al., 2012). A literatura destaca que a diversidade de plantas e a heterogeneidade estrutural dos habitats naturais promovem a riqueza e a abundância de parasitoides, ao oferecerem fontes alternativas de alimento, abrigos e hospedeiros (BIANCHI et al., 2006; SOUZA et al., 2020; PAULA et al., 2022). A manutenção e a restauração de fragmentos de vegetação nativa em paisagens agrícolas são, portanto, estratégias fundamentais para conservar a biodiversidade funcional e garantir a resiliência dos sistemas produtivos.

A ordem Hymenoptera é um dos grupos mais diversos e ecologicamente importantes dentro da classe Insecta, englobando vespas, abelhas, formigas e parasitoides. Globalmente, estima-se que existam aproximadamente 115 mil espécies descritas, distribuídas em cerca de 100 famílias e 21 superfamílias (RASPLUS et al., 2010; SHARKEY, 2007). Na região Neotropical, há registro de cerca de 80 famílias de Hymenoptera, pertencentes a 18 superfamílias, que incluem uma diversidade significativa de formas sociais e parasitoides (HANSON e GAULD, 2006; GAULD et al., 2006). No Brasil, estão registradas 117 famílias, distribuídas em 25 superfamílias, refletindo a alta diversidade e a complexidade ecológica deste grupo no país (OLIVEIRA et al., 2025).

A família Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) é reconhecida mundialmente por sua elevada diversidade, abrangendo milhares de espécies (cerca de 23.000) com papel central no controle biológico natural de pragas agrícolas e florestais (GAULD, 1991). Esses parasitoides atuam como agentes reguladores das populações de insetos fitófagos, contribuindo para o equilíbrio ecológico dos ecossistemas e para a redução do uso de inseticidas (SOUZA et al., 2020). Entretanto, a composição e a estrutura das comunidades de Ichneumonidae são altamente sensíveis às mudanças ambientais, respondendo de forma negativa à simplificação do habitat e à redução da diversidade vegetal (ALTIERI et al., 1993; BIANCHI et al., 2006).

Estudos realizados em diferentes regiões do Brasil e do mundo têm demonstrado que a riqueza e a abundância de Ichneumonidae são significativamente maiores em áreas de vegetação nativa ou em sistemas agroflorestais complexos, em comparação com monoculturas (BIANCHI et al., 2006; TSCHARNTKE et al., 2012). Em plantio de *E. urophylla*, por exemplo, áreas circundadas por vegetação natural apresentam maior diversidade de parasitoides de espécies de Dryinidae e Chalcididae do que áreas cultivadas com eucalipto (PAULA et al., 2022; SANTOS et al., 2024). Esses resultados evidenciam a importância dos habitats naturais como fontes de recolonização e refúgio para os inimigos naturais, reforçando a necessidade de estratégias integradas de manejo da paisagem.

Além do papel ecológico, a presença de Ichneumonidae pode ser utilizada como indicador de qualidade ambiental e de integridade dos ecossistemas (PAIVA et al., 2020). Sua sensibilidade às alterações ambientais, aliada à diversidade de estratégias de vida e de hospedeiros, torna esse grupo especialmente relevante para estudos de monitoramento e avaliação de impactos ambientais decorrentes do uso do solo. A compreensão dos padrões de distribuição e composição das comunidades de Ichneumonidae em diferentes contextos de uso do solo é, portanto, fundamental para subsidiar decisões e práticas de manejo agrícolas e florestais que conciliem produção e conservação. Tais estudos, até o momento, ainda não poucos para esse grupo.

Diante da necessidade de conciliar a produção florestal e agrícola com a conservação da fauna de Hymenoptera parasitoides, é fundamental fornecer subsídios para práticas de manejo que promovam a sustentabilidade ecológica e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Como destacado por Souza et al. (2020), a conservação e a restauração de áreas naturais adjacentes às culturas agrícolas são fundamentais para manter populações estáveis e diversificadas de inimigos naturais, como parasitoides, que dependem desses habitats para recursos alimentares e abrigos. Assim, compreender as respostas da comunidade de Ichneumonidae às diferentes formas de uso do solo é essencial para o desenvolvimento de estratégias integradas de manejo e conservação em paisagens florestais.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é analisar a diversidade e a composição da família Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em ambientes de eucaliptocultura e vegetação nativa, contribuindo para o entendimento dos efeitos do uso do solo sobre a fauna de parasitoides.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da cultura do eucalipto

A cultura do eucalipto (*Eucalyptus* spp.) desempenha um papel crucial na economia do Brasil, especialmente no Sudoeste da Bahia, onde a expansão dessa cultura tem gerado impactos significativos tanto a nível regional quanto nacional. Originário da Austrália e adaptado ao ambiente brasileiro, o eucalipto tem se consolidado como uma das principais fontes de matéria-prima para diversos setores industriais, destacando-se pela sua produtividade e versatilidade (MEDEIROS et al., 2021; ABAF, 2023).

No cenário nacional, o eucalipto ocupa uma posição de destaque no setor florestal. De acordo com o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2022), o Brasil possui uma área total de plantios florestais que alcança 8,2 milhões de hectares, dos quais 74% são dedicados ao cultivo de eucalipto. Esse dado reflete a relevância econômica da cultura, que é amplamente utilizada na produção de celulose e papel, carvão vegetal e produtos de construção. O eucalipto é preferido devido ao seu crescimento rápido e adaptabilidade, permitindo ciclos de rotação curtos e altos rendimentos por hectare. A capacidade de produzir até 45 metros cúbicos por hectare por ano, com períodos de rotação variando entre 6 e 7 anos, é um dos principais fatores que sustentam sua popularidade (OLIVEIRA e RODRIGUES, 2020).

A importância econômica do eucalipto no Brasil é evidenciada também pela geração de empregos diretos e indiretos, além do impulso que proporciona para o desenvolvimento de infraestrutura relacionada ao manejo florestal e processamento industrial. O impacto econômico é amplificado pela presença de 13 empresas no setor de papel e celulose, que se beneficiam da disponibilidade constante de matéria-prima e contribuem para o crescimento econômico regional e nacional (IBÁ, 2022).

A Bahia é reconhecida não apenas pela extensão da área plantada, mas também pela sua alta produtividade. Em 2023, a Associação Baiana das Empresas de Base Florestal (ABAF) destacou que as regiões de Vitória da Conquista, Jequié e Barreiras têm se destacado pelo dinamismo nas atividades florestais. O estado apresenta uma média de produtividade de 45 metros cúbicos por hectare por ano, colocando-o entre os líderes mundiais em termos de eficiência produtiva (IBÁ, 2022).

Este nível de produtividade é sustentado pela escolha estratégica de clones de eucalipto, como o AEC 144 de *Eucalyptus urophylla*, que oferece bom desempenho e tolerância à escassez hídrica (FERNANDES et al., 2021).

No Sudoeste da Bahia, a cultura do eucalipto tem uma importância econômica ainda mais acentuada. A região, que começou a cultivar eucalipto na década de 1990, se destaca pela sua produção significativa, impulsionada principalmente pela demanda por carvão vegetal para siderúrgicas. Este movimento inicial foi um marco para o crescimento da cultura na região e é evidenciado pela expansão contínua dos plantios. Os municípios de Encruzilhada, Vitória da Conquista e Belo Campo são responsáveis por áreas significativas de cultivo de eucalipto no Planalto da Conquista, com 12.345, 11.762 e 5.432 hectares, respectivamente (IBGE, 2022).

Embora a cultura do eucalipto traga benefícios econômicos substanciais, é importante reconhecer e abordar os desafios associados, como questões de sustentabilidade ambiental e a necessidade de práticas de manejo responsável para mitigar impactos ecológicos (MOLEDO et al., 2016). A manutenção da sustentabilidade ambiental e a inovação contínua nas práticas de manejo serão essenciais para garantir que os benefícios econômicos possam ser sustentados em longo prazo.

Em suma, a eucaliptocultura representa uma importante fonte de riqueza econômica para o Brasil e para o Sudoeste da Bahia, sustentando uma indústria vital e contribuindo para o desenvolvimento regional. A combinação de alta produtividade, adaptabilidade e demanda constante da indústria posiciona o eucalipto como um pilar fundamental da economia florestal nacional.

2.2. Ocupação do uso da terra e a comunidade das vespas parasitoides

Um ecossistema é um sistema natural composto por organismos vivos e seus ambientes físicos, que interagem como uma unidade funcional. Essas interações envolvem ciclos de nutrientes e fluxos de energia que sustentam a vida e influenciam a estrutura e a dinâmica do sistema (ODUM, 1971).

Mudanças na vegetação original para a ocupação do uso agrícola, pecuário ou urbano podem estar associadas à perda de biodiversidade global porque essas transformações perturbam os ecossistemas ao modificar o equilíbrio natural dos habitats, o que pode levar a disfunções nos serviços ecossistêmicos. Isso inclui

interferências no equilíbrio populacional de insetos pragas e seus inimigos naturais (CARLSON et al., 2016; SANCHEZ-BAYO e WYCKHUYS, 2019).

Levando em conta uma situação de uma monocultura florestal e áreas de vegetação nativa representando extremos no espectro da estrutura do habitat. monoculturas florestais, caracterizadas pelo cultivo de uma única espécie de árvore em grande escala, resultam em um ambiente ecológico relativamente homogêneo. Este tipo de habitat pode levar a uma redução na diversidade de plantas e insetos, uma vez que a simplicidade estrutural e a baixa variedade de recursos podem limitar o número de espécies que podem prosperar (HOUGHTON et al., 2012). As monoculturas frequentemente apresentam menor diversidade de plantas e uma estrutura mais simplificada em comparação com áreas de vegetação nativa, onde a complexidade estrutural e a diversidade de espécies são muito maiores.

Em contraste, áreas de vegetação nativa oferecem uma rede complexa de interações ecológicas e uma maior diversidade de nichos ecológicos, sustentando uma rica biodiversidade (TSCHARNTKE et al., 2012). Estas áreas frequentemente contêm uma mistura de espécies vegetais, variabilidade microclimática e uma estrutura heterogênea que proporciona habitat e recursos para uma ampla gama de organismos, incluindo os parasitoides como os Ichneumonidae. A diversidade de plantas e a complexidade do habitat em áreas de vegetação nativa são conhecidas por promover a diversidade de insetos e outras faunas associadas, criando um ambiente mais favorável para a sustentação e proliferação de diferentes espécies de parasitoides (BIANCHI et al., 2006).

As mudanças no uso da terra, como a conversão de áreas de vegetação nativa em monoculturas, têm impactos significativos sobre a biodiversidade. Estudos têm mostrado que a transição de paisagens naturais para monoculturas pode reduzir a diversidade de insetos e, conseqüentemente, a diversidade de inimigos naturais (BIANCHI et al., 2006). A simplificação do habitat, resultante da monocultura, pode reduzir a abundância e a diversidade das espécies de parasitoides, uma vez que essas áreas muitas vezes oferecem menos recursos e menos microhabitats adequados para a sobrevivência e reprodução dos parasitoides (EMBRAPA, 2019).

Por sua vez, a preservação e a restauração de áreas de vegetação nativa podem ajudar a manter e até aumentar a diversidade de parasitoides. A complexidade estrutural e a diversidade de recursos em áreas nativas favorecem a presença de uma gama mais ampla de espécies, contribuindo para uma maior diversidade de

Ichneumonidae (TSCHARNTKE et al., 2012). Portanto, compreender como diferentes tipos de ambientes influenciam a diversidade de Ichneumonidae é crucial para estratégias de manejo sustentável e conservação da biodiversidade.

De acordo com Paiva et al. (2020), as alterações nos habitats devido aos cultivos ou manejo podem favorecer a expansão de espécies de insetos mais tolerantes e generalistas, especialmente em ambientes heterogêneos. A presença e a abundância de determinados grupos de insetos, influenciados por suas características biológicas, ecológicas e comportamentais, podem ser indicativos de qualidade ambiental, de alterações e impactos antrópicos.

2.3. Himenópteros Parasitoides

No Brasil, parasitoides himenópteros englobam um total de oito superfamílias e 36 famílias (SHARKEY, 2007; HANSON e GAULD, 2006; GAULD et al., 2006) e pode existir uma ou mais espécies atacando diferentes fases do ciclo de vida da praga (PICANÇO et al., 2009).

Das doze ordens de importância agrícola e florestal, a Hymenoptera destaca-se por sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, incluindo grupos que são reconhecidos como bioindicadores ambientais (QUICKE, 2013).

A ordem Hymenoptera encontra-se dentro da Classe Insecta, sendo mais estudada quando se refere a insetos usados para regular populações de espécies-praga (GALLO et al., 2002, PARRA et al., 2002), sendo também considerada por Rasplus et al. (2010), a quarta maior ordem em número de espécies descritas (115 mil espécies), depois de Coleoptera, Lepidoptera e Diptera (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011). No Brasil, estão registradas 117 famílias, distribuídas em 25 superfamílias, refletindo a alta diversidade e a complexidade ecológica deste grupo no País (OLIVEIRA et al., 2025).

Estudos comparativos da biodiversidade desta ordem, entre áreas com diferentes usos de ocupação da terra, indicam que áreas florestais mantêm maior diversidade de vespas em comparação com áreas agrícolas com culturas perenes (FREITAS et al., 2012; GRAÇA e SOMAVILLA, 2019; BUENO et al., 2019; MILANI et al., 2020).

Esta ordem é formada pelas subordens Apocrita e Aculeata (MELO et al., 2012). Os insetos parasitoides que compreendem vespas e crisidoideas fazem parte do grupo dos Aculeata (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2011; FERNÁNDEZ, 2006).

Insetos parasitoides são aqueles cujo hábito alimentar das formas jovens é entomófago, parasitando ovos, larvas, ninfas, pupas e adultos e que não matam imediatamente os seus hospedeiros porque a fisiologia e o comportamento do hospedeiro, enquanto vivo, são benéficos aos parasitoides (GODFRAY, 1994). Este mesmo autor ainda afirmou que, quando necessário, o parasitoide pode até comandar o hospedeiro e que, só ao final da interação, é que se processa a morte do hospedeiro.

Os parasitoides regulam as populações dos insetos herbívoros nos ecossistemas (GODFRAY, 1994), sendo bastante específicos na escolha de seus hospedeiros, mas há também aqueles generalistas, que atacam mais de um hospedeiro, por isso o grupo vem sendo muito estudado em programas de controle biológico de pragas agrícolas e florestais no Brasil podendo ser usados como importantes agentes de controle biológico (PARRA et al., 2002).

A localização do hospedeiro realizado pelas fêmeas dos parasitoides é realizada por meio da união de técnicas bem-sucedidas, que incluem estratégias de localização utilizando sinais químicos, ou feromônios, para localizar seus hospedeiros. Esses sinais podem ser produzidos pelo próprio hospedeiro, por suas atividades ou pelos resíduos deixados por ele. As fêmeas de parasitoides possuem antenas altamente sensíveis que detectam esses compostos químicos a longas distâncias. Essa habilidade é particularmente útil em ambientes onde o hospedeiro pode ser escasso ou onde há alta densidade de vegetação que pode dificultar a visualização direta. Podem ser ainda por meio da cor, forma ou movimento. Esta técnica é especialmente importante para parasitoides que atacam hospedeiros que se escondem em camuflagem, como larvas que se confundem com o ambiente (VINSON, 1976; QUICKE, 2013).

Em alguns casos, os parasitoides podem usar sinais tácteis e acústicos para localizar seus hospedeiros. As vibrações no substrato, geradas pelos movimentos dos hospedeiros, podem ser captadas por estruturas sensoriais especializadas nos parasitoides. Além disso, certos parasitoides podem emitir sons que ajudam na localização do hospedeiro, embora este método seja menos comum; garantindo, assim, o sucesso no processo reprodutivo desses insetos (VINSON, 1976; QUICKE, 2013).

2.4. Características da família Ichneumonidae

Entre as famílias existentes de Hymenoptera, a Ichneumonidae é considerada a mais numerosa do reino Animal, pertence à Subordem Apocrita e possui aproximadamente 23.000 espécies descritas no mundo, mas estima-se que existam pelo menos 100.000, devido à abundância de espécies e sua ampla distribuição. As 100.000 ou mais espécies de Ichneumonidae estão agrupadas em mais de 1.400 gêneros e 37 subfamílias (GAULD e WARD, 2002; YU et al., 2016).

No Brasil, esta família é composta por 28 subfamílias (Alomyinae, Anomaloninae, Ateleutinae, Banchinae, Brachycyrtinae, Campopleginae, Cremastinae, Cryptinae, Ctenopelmatinae, Diplocontinae, Eucercolinae, Ichneumoninae, Labeninae, Lycorininae, Mesochorinae, Neorhacodinae, Nesomesochorinae, Ophioninae, Orthocentrinae, Oxytorinae, Phygadeuontinae, Pimplinae, Poemeniinae, Rhyssinae, Tersilochinae, Thyphoninae e Xoridinae) totalizando o registro de 239 gêneros, 1.060 espécies e subespécies, distribuídas em todas as regiões do País. Na Bahia, existe o relato de 101 espécies (FERNANDES et al., 2023).

Uma das principais características diagnósticas do grupo está relacionada à venação das asas anteriores. A maioria dos Ichneumonidae apresenta uma segunda e mais distal nervura transversal m-cu (nerva 2m-cu) na asa anterior, correndo posteriormente da segunda célula submarginal e formando a areoleta (indicada basalmente pela nervura 2RS). Entretanto, há exceções, como em membros da subfamília Hybrizontinae, Neorhacodini (Tersilochinae), o gênero *Ophionellus* (Anomaloninae) e alguns *Cryptinae*, nos quais essa veia está ausente (QUICKE, 2015) (Figura 1). Além disso, a articulação flexível entre o segundo e terceiro tergitos do metassoma (syntergum) é outro traço relevante para a identificação da família. As larvas se desenvolvem alimentando-se internamente (endoparasitas) ou externamente (ectoparasitas) em artrópodes, que servem como hospedeiros e geralmente atacam os estágios imaturos dos insetos holometábolos (GAULD, 1995). Às vezes, atacam insetos adultos também e, com menos frequência, os sacos de ovos de alguns aracnídeos ou os próprios adultos que praticamente são carnívoros durante o estágio de larva.

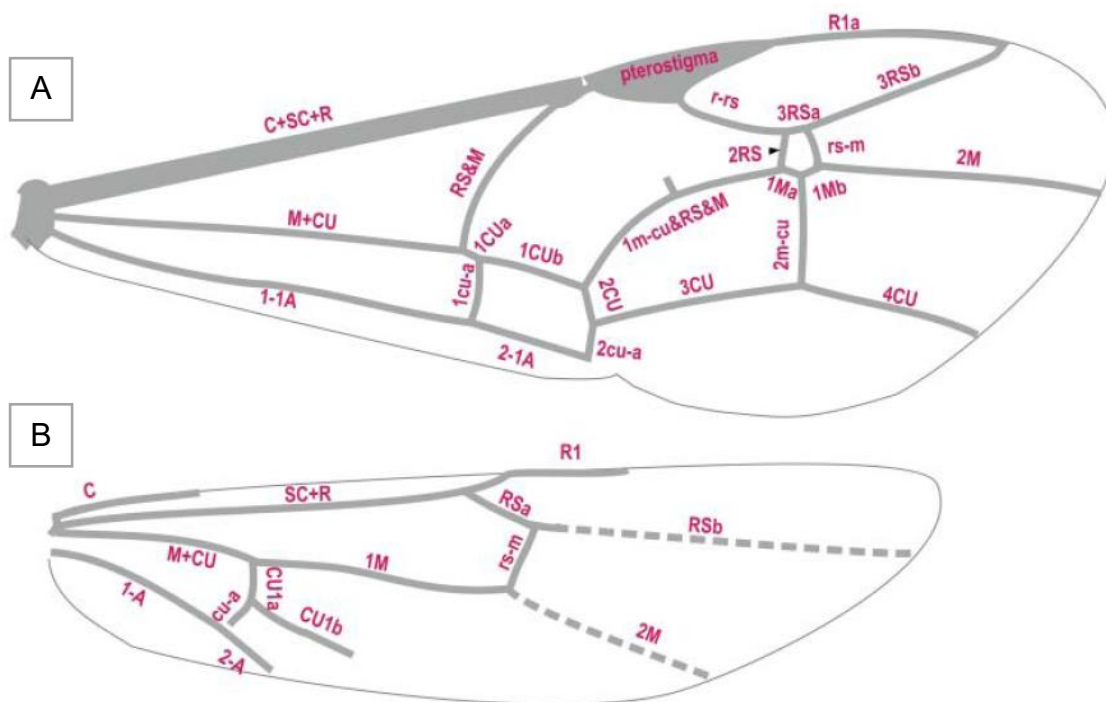


Figure 1 - Terminologia para venação em asas anteriores (A) e posteriores (B) de vespas icneumonídeas com base no sistema de Sharkey & Wharton (1997). Elementos de veias longitudinais indicados por letras maiúsculas (C, costa; SC, subcostal; R, raio; SR, setor radial; M, médio; CU, cúbito; A, anal), veias transversais indicadas em minúsculas, abscissas de veia numeradas a partir da base no início e ramos de veias longitudinais indicados por número no final. (Fonte: adaptado de Quicke, 2015).

A identificação taxonômica dentro dos Ichneumonidae pode ser complexa devido à variabilidade morfológica e à existência de múltiplas chaves regionais e globais, como as de Wahl (1993), Gauld (1984, 1991), Perkins (1959) e Townes (1969), que auxiliam na distinção de subfamílias e gêneros. No entanto, a identificação ao nível de espécie é um desafio recorrente, sendo frequentemente fonte de erros em estudos de relações parasitoide-hospedeiro, como destacado por Shaw (1994) e Noyes (1994). Infelizmente, ainda pouco se conhece sobre a biologia e o comportamento das espécies brasileiras deste grupo.

No que se refere às estratégias de vida, os Ichneumonidae exibem grande diversidade de modos de parasitismo, podendo ser ectoparasitoides idiobiontes ou endoparasitoides koinobiontes. Os ectoparasitoides idiobiontes, considerados a condição ancestral do grupo, atacam hospedeiros ocultos e, durante a oviposição, paralisam permanentemente o hospedeiro por meio da injeção de veneno. Isso permite que a larva do parasitoide se alimente externamente, minimizando o risco de predação e impedindo que o hospedeiro remova ou danifique o ovo ou a larva do parasitoide (QUICKE et al. 2000; RENAULT et al., 2004). Em contraste, os endoparasitoides koinobiontes depositam seus ovos no interior de hospedeiros ativos,

que continuam seu desenvolvimento por certo período antes de serem consumidos pela larva do parasitoide. Nesses casos, o veneno pode ser utilizado para modular a fisiologia do hospedeiro, retardando seu desenvolvimento ou suprimindo respostas imunes, sem necessariamente causar paralisia imediata (WHITFIELD, 1998). A relação entre a estratégia idiobionte, o ectoparasitismo e a paralisia permanente do hospedeiro é fortemente associada à biologia de hospedeiros ocultos. Essa estratégia reduz a vulnerabilidade do parasitoide juvenil, pois o hospedeiro paralisado não pode esmagar ou remover a larva. Já os poucos koinobiontes ectoparasitas desenvolveram adaptações para minimizar riscos, como a oviposição em regiões inacessíveis do corpo do hospedeiro (QUICKE, 2015). A coexistência dessas estratégias permite à esta família explorar uma ampla variedade de nichos ecológicos (Figura 2).

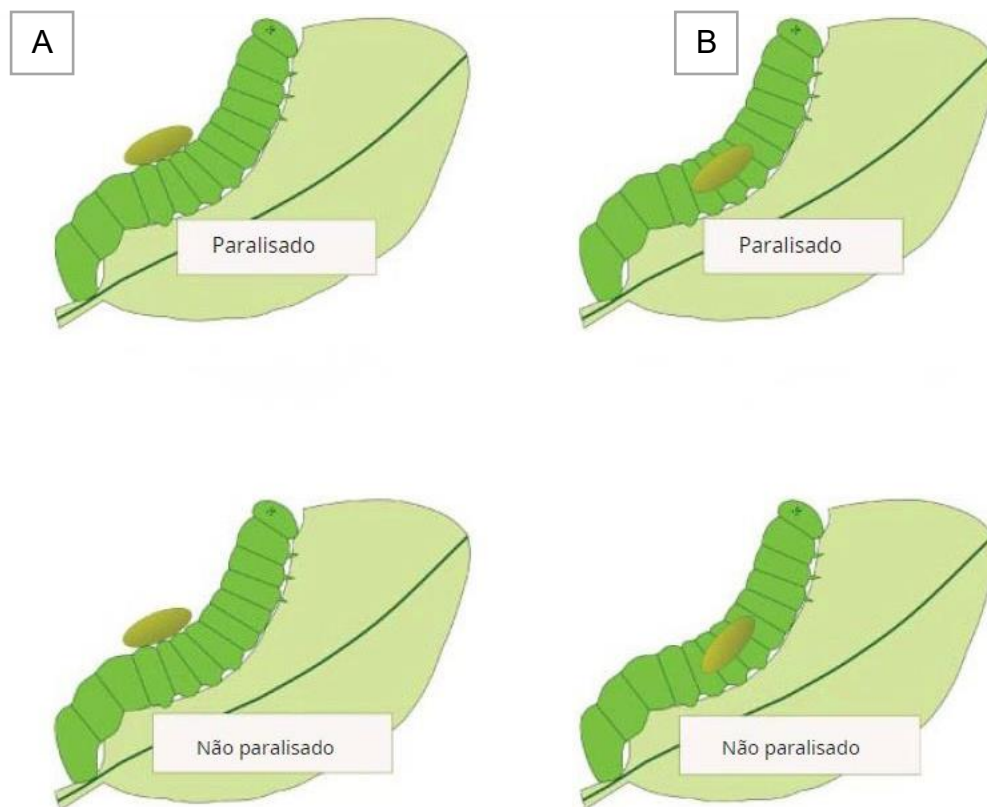


Figure 2 - Desenhos ilustrando as estratégias de vida de quatro combinações de ectoparasitismo (A) e endoparasitismo (B) de um hospedeiro exposto paralisado ou não paralisado. (Fonte: adaptado de Quicke, 2015).

Entre os insetos holometábolos que servem como hospedeiros estão a ordem Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera e Hymenoptera (CLAUSEN, 1940; GAULD, 1987). Certas espécies de algumas subfamílias como Pimplinae podem ter uma ampla gama de hospedeiros, como ocorre com *Itopectis conquisitor* Say, uma

espécie muito comum de Pimplinae que se estende do Canadá ao Equador e que foi encontrada em 38 gêneros diferentes de várias famílias de Lepidoptera e um gênero de Cerambycidae (Coleoptera) (PORTER, 1980).

Outro aspecto notável da biologia dos icneumonídeos é a sofisticada capacidade de localização de hospedeiros, especialmente aqueles ocultos em substratos como madeira ou solo. Muitos parasitoides dessa família utilizam vibrações produzidas pelos movimentos ou alimentação dos hospedeiros como principal pista para detecção, orientando-se para essas vibrações (JOYCE et al. 2008; QUICKE, 2015). Sinais químicos liberados por plantas danificadas ou pelos próprios hospedeiros também são importantes na localização inicial, e pistas visuais podem ser utilizadas em alguns contextos (VET, 1999). Em situações especializadas, algumas espécies desenvolveram estruturas antenais modificadas, conhecidas como “martelos”, que facilitam a percepção de vibrações e a sondagem vibracional do ambiente, permitindo a localização precisa de hospedeiros mesmo em condições de baixa visibilidade (HENAUT e GUERDOUX, 1982; LAURENNE et al., 2009; BROAD e QUICKE, 2000) (Figura 3). Essas adaptações sensoriais são geralmente mais pronunciadas em fêmeas, refletindo a importância do comportamento de busca de hospedeiros para o sucesso reprodutivo do grupo.



Figure 3 – Fêmea de *Echthrus niger* em processo de sondagem vibracional (ecolocalização) de um hospedeiro. A antena (flagelo) é fortemente curvada logo distal à faixa branca, de modo que as pontas atingem o substrato perpendicularmente. (Fonte: Quicke, 2015 - reproduzido com permissão de Stephen Luk.)

O potencial dos Ichneumonídeos como agentes de controle biológico é evidente já que formas imaturas de insetos holometabólicos fitófagos, estão entre as pragas agrícolas e florestais mais importantes do mundo e estes são seus principais hospedeiros. Esse potencial pode ser impulsionado, por causa da enorme riqueza de espécies desse grupo de parasitoides. Apesar de sua riqueza e abundância em muitos habitats, as espécies de Ichneumonidae usadas em programas de controle biológico ainda são relativamente poucas em comparação com outras famílias de parasitoides, como Braconidae e Encyrtidae (YU et al., 2012).

Devido à sua abundância e riqueza nas florestas, os Ichneumonídeos aparecem como um grupo muito promissor na silvicultura tropical (HANSON e GAULD, 1995), necessitando com isso de mais estudos sobre a biodiversidade das espécies nativas.

Os Ichneumonídeos destacam-se então por sua elevada riqueza de espécies, diversidade de estratégias de parasitismo, incluindo o uso do veneno para paralisar ou modular o hospedeiro, e notável capacidade sensorial e comportamental para localização de hospedeiros. Essas características, aliadas à sua relevância ecológica no controle de populações de insetos fitófagos, tornam os icneumonídeos um grupo-chave para estudos de biodiversidade, evolução e manejo biológico em diferentes ecossistemas.

2.5. Uso de Ichneumonidae e o controle das populações de insetos herbívoros

A sociedade está cada vez mais atenta à sustentabilidade ambiental do planeta, valorizando o respeito e a preservação dos recursos naturais. Uma das ferramentas sustentáveis utilizadas com crescente frequência no mundo é o controle biológico para manejo de pragas, doenças e espécies invasoras nos cultivos, como alternativa aos agrotóxicos. Embora esses últimos apresentem ação rápida e eficiente no controle fitossanitário, são também responsáveis por contaminação ambiental e pela morte de inimigos naturais (PARRA et al., 2002).

O controle biológico, como o próprio nome indica, consiste na utilização de agentes vivos (inimigos naturais) para manejo de pragas ou fitopatógenos, que podem

pertencer aos mesmos grupos biológicos, como insetos, fungos, vírus ou bactérias (PARRA et al., 2021). Esse controle pode ocorrer de forma natural, pelo convívio entre pragas ou fitopatógenos e seus inimigos naturais presentes em determinado local, ou por meio da introdução de agentes importados de outras regiões, países ou continentes. Nesse último caso, é fundamental cautela para evitar que espécies exóticas se multipliquem descontroladamente, tornando-se nocivas em vez de agentes controladores (PARRA et al., 2021).

O Brasil é protagonista na produção e uso de produtos biológicos, abrigando atualmente o maior programa de controle biológico do mundo. Esse protagonismo é impulsionado pela busca incessante por sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola e segurança alimentar, além dos avanços biotecnológicos recentes, que possibilitam a prospecção de novos agentes, aprimoramento de formulações e técnicas de criação em larga escala (EMBRAPA, 2019).

Estudos realizados no Alasca com espécies da família Ichneumonidae demonstraram a eficácia do parasitoide *Lathrolestes thomsoni* Reshchikov no controle das populações de minadoras (*Profenusa thomsoni* Konow) da bétula. Para essa cultura, também foram encontrados os parasitoides *Lathrolestes soperi* Reshchikov e *Aptesis segnis* Provancher, atacando a mesma praga (SOPER et al., 2015; ANDERSEN et al., 2021). Outro exemplo é *Orthocentrus brachycerus* Humala e Lee, relatado como um importante inimigo natural dos mosquito-fungos (*Neoempheria* spp.), praga relevante do cogumelo shiitake (MUKAI e KITAJIMA, 2019).

No Brasil, há registros de parasitismo por Ichneumonidae associados a insetos-praga em plantios florestais. Em São Paulo, Pereira et al. (2015) relataram *Casinaria* sp. parasitando larvas de Lepidoptera (*Apatelodes sericea* Schaus e *Glana* sp.) em áreas de reflorestamento e sistemas agrossilvipastoris. Ainda no estado, *Charops* sp. foi encontrado associado a larvas de *Oxydia verulida* Guenée em área de *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae) (FERNANDES, 2003). Em Minas Gerais, destacam-se registros de *Diplazon laetatorius* Fabricius e *Eiphosoma* sp. parasitando a lagarta-rosca *Nomophila* sp. (Lepidoptera: Pyralidae), principal praga em viveiros de *Eucalyptus grandis* (ZANUNCIO et al., 1999), e *Itoplectis* sp. associada a lagartas de *Euselasia eucerus* Hewitson em plantação de *Eucalyptus urophylla*, com maior taxa de parasitismo observada na parte basal do dossel (ZANUNCIO et al., 2009). Também

foi registrado *Neotheromia* sp. parasitando lagartas de *Eupseudosoma aberrans* Schaus e *E. involuta* Sepp, importantes desfolhadoras de *Eucalyptus* spp., mostrando-se eficiente no controle biológico dessas pragas (BERTI FILHO, 1985; OHASHI e BERTI FILHO, 1988).

Na Bahia, *Pimpla tomyris* Schrottky foi associado a lagartas desfolhadoras (*Eupseudosoma aberrans*, *Eupseudosoma involuta*, *Eupseudosoma* sp., *Sabulodes caberata* Guenée e *Sarsina violascens* Herrich-Schaffer) na cultura do eucalipto (GALLO et al., 2002). Além disso, a lagarta-enroladeira está associada a vários parasitoides, como *Itopectis brasiliensis*, e pode apresentar eficiência de parasitismo de até 50% (BOTTON et al., 2002).

Os parasitoides *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni* também são agentes naturais da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), uma praga quarentenária do *Pinus*. Essas espécies foram introduzidas no Brasil provenientes da Tasmânia entre 1996 e 2003. Dotados de um longo ovipositor, conseguem atacar larvas da vespa em estágios avançados, localizadas na parte interna do tronco (PENTEADO et al., 2012).

Diante desses relatos, fica evidente que os Ichneumonidae são relevantes no controle de populações de insetos herbívoros, contribuindo para o equilíbrio ecológico das populações. Contudo, pouco se conhece sobre a fauna local desse grupo. No sudoeste da Bahia, estudos sobre a composição faunística de Ichneumonidae foram realizados por Salgado et al. (2018) em plantios de eucalipto e vegetação nativa, e por Fernandes et al. (2019), que ampliaram o conhecimento sobre a distribuição das espécies nativas em fragmentos de Caatinga com diferentes níveis de degradação antrópica.

Estudos ecológicos que investiguem a diversidade e a distribuição espacial da fauna de Ichneumonidae em áreas com diferentes usos do solo ainda são escassos. A diversidade de outras famílias de parasitoides, como Chalcididae e Dryinidae, já foi estudada por Paula et al. (2022) e Santos et al. (2024) em áreas de Floresta Estacional Semidecidual Montana e plantios de *Eucalyptus urophylla* no estado da Bahia, ressaltando a importância da manutenção da vegetação nativa adjacente aos plantios para a conservação dos inimigos naturais.

Pesquisas direcionadas aos Ichneumonidae podem contribuir significativamente para o conhecimento das principais espécies na região, compreender sua distribuição entre áreas com diferentes ocupações e possibilitar o

desenvolvimento de técnicas para a preservação e aumento das populações desses inimigos naturais nas áreas estudadas.

ARTIGO 1:
COMPOSIÇÃO DE SUBFAMÍLIAS DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA) EM
DIFERENTES USOS DO SOLO

O artigo segue as normas da Revista Brasileira de Entomologia

COMPOSIÇÃO DE SUBFAMÍLIAS DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA) EM DIFERENTES USOS DO SOLO

ABSTRACT

The conversion of native vegetation areas into monocultures represents one of the main factors impacting parasitoid biodiversity, especially of the family Ichneumonidae, recognized for its high diversity and ecological relevance in biological control. This study aimed to evaluate the diversity of Ichneumonidae across areas with different land uses (transition areas, eucalyptus plantations, and native vegetation). Specimens were collected using Malaise traps installed in the three environments (eucalyptus, forest, and secondary succession), between January 2016 and December 2017. Diversity analyses included Shannon-Weaver, Simpson indices, and Pielou's evenness, along with statistical tests to compare richness, abundance, and subfamily composition among environments. A total of 921 individuals distributed in 18 subfamilies were collected. Results indicated that the native forest harbored the greatest abundance (68.5%) and subfamily richness, including three exclusive subfamilies (Ctenopelmatinae, Nesomesochorinae, and Rhyssinae), while the eucalyptus plantation showed lower diversity. The secondary succession acted as an intermediate, functioning as a complementary habitat. The Shannon-Weaver index was highest in the native forest, followed by secondary succession and lastly eucalyptus, reflecting greater diversity in environments with higher heterogeneity and diversity of arboreal plant species. Composition analysis revealed more stable groupings between forest and secondary succession, whereas eucalyptus exhibited greater dissimilarity. Notably, IndVal analysis identified eight subfamilies as bioindicators of the studied environments: Anomaloninae for secondary succession; Ctenopelmatinae, Ichneumoninae, and Mesochorinae for native forest; Campopleginae, Cryptinae, and Phygadeuontinae for the combined secondary succession + forest; and Orthocentrinae for the combined eucalyptus + forest, all exhibiting high habitat specificity. This study highlights the importance of native vegetation in conserving subfamilies sensitive to environmental changes and suggests that maintaining heterogeneous landscapes can be an effective strategy to reconcile forest productivity with the conservation of regional Ichneumonidae biodiversity.

Keywords: Anomaloninae, Cryptinae, Ctenopelmatinae, bioindicators, land use.

RESUMO

A conversão de áreas de vegetação nativa em monoculturas representa um dos principais fatores de impacto sobre a biodiversidade de parasitoides, especialmente da família Ichneumonidae, reconhecida por sua alta diversidade e relevância ecológica no controle biológico. Este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade de Ichneumonidae em áreas com diferentes usos do solo (áreas de transição, plantação de eucalipto e vegetação nativa). Os espécimes foram coletados com armadilhas Malaise instaladas nos três ambientes (eucalipto, mata e capoeira), entre janeiro de 2016 e dezembro de 2017. As análises de diversidade incluíram os índices de Shannon-Weaver, Simpson e equitabilidade de Pielou, além de testes estatísticos para comparar riqueza, abundância e composição das subfamílias entre os ambientes. Foram coletados 921 indivíduos distribuídos em 18 subfamílias. Os resultados indicaram que a mata nativa concentrou a maior abundância (68,5%) e riqueza de subfamílias, incluindo três exclusivas (Ctenopelmatinae, Nesomesochorinae e Rhyssinae), enquanto o eucalipto apresentou menor diversidade. A capoeira mostrou-se como um intermediário, funcionando como ambiente

complementar. O índice de Shannon-Weaver foi mais elevado na mata, seguido pela capoeira e, por último, pelo eucalipto, refletindo maior diversidade em ambientes com maior heterogeneidade e diversidade de espécies vegetais arbóreas. A análise de composição revelou agrupamentos mais estáveis entre mata e capoeira, enquanto o eucalipto apresentou maior dissimilaridade. Destaca-se que, pela análise IndVal, oito subfamílias foram identificadas como bioindicadoras dos ambientes estudados: Anomaloninae para capoeira; Ctenopelmatinae, Ichneumoninae e Mesochorinae para mata; Campopleginae, Cryptinae e Phygadeuontinae para a associação capoeira + mata; e Orthocentrinae para a associação eucalipto + mata, todas apresentando alta especificidade para seus respectivos ambientes. O estudo destaca a importância da vegetação nativa na conservação de subfamílias sensíveis às mudanças ambientais e sugere que a manutenção de paisagens heterogêneas pode ser uma estratégia eficaz para conciliar produtividade florestal e conservação da biodiversidade regional de Ichneumonidae.

Palavras-chave: Anomaloninae, Cryptinae, Ctenopelmatinae, bioindicadores, uso do solo.

INTRODUÇÃO

As mudanças no uso do solo, como a conversão de áreas de vegetação nativa em monoculturas, têm implicações profundas sobre a biodiversidade dos ecossistemas. Estudos evidenciam que a transição de paisagens naturais para monoculturas ou outros usos do solo podem reduzir a diversidade de insetos e, conseqüentemente, a diversidade de inimigos naturais, como os parasitoides (Dall'Oglio et al., 2003; Bianchi et al., 2006; Sánchez-Bayo e Wyckhuys, 2019; Simplício et al., 2022). A simplificação do habitat causada por monoculturas frequentemente resulta em uma redução na abundância e na diversidade das espécies de parasitoides, uma vez que essas áreas oferecem menos recursos e microhabitats adequados para a sobrevivência e reprodução desses insetos (Altieri et al., 1993; Parra et al., 2021).

Em contraste, a preservação e a restauração de áreas de vegetação nativa promovem a manutenção e até o aumento da diversidade de parasitoides (Souza et al., 2020b). A complexidade estrutural e a diversidade de recursos presentes em ambientes naturais favorecem a presença de uma ampla gama de espécies, contribuindo para uma maior diversidade (Tscharrntke et al., 2012a, 2012b). Portanto, compreender como diferentes tipos de ambientes influenciam a diversidade de insetos é fundamental para a formulação de estratégias de manejo sustentável e conservação da biodiversidade.

Dentro desse contexto, a diversidade biológica é um pilar essencial para a saúde e estabilidade dos ecossistemas. Especificamente, a família Ichneumonidae (Ichneumonoidea), um grupo de parasitoides pertencente à ordem Hymenoptera (superfamília Ichneumonoidea), desempenha um papel crucial na regulação das populações de insetos e na manutenção do

equilíbrio ecológico. Esses parasitoides, conhecidos popularmente como vespas parasitas, são notáveis por sua ampla diversidade e especialização ecológica, com mais de 24.000 espécies descritas globalmente (Yu et al., 2016). A compreensão detalhada da diversidade das vespas Ichneumonidae e dos serviços ecossistêmicos que elas oferecem é vital para a elucidação dos processos ecológicos e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo florestal.

Os Ichneumonidae são importantes agentes de controle biológico, auxiliando na regulação das populações de pragas agrícolas e florestais (Quicke, 2015). A capacidade dessas vespas de parasitar uma variedade de hospedeiros contribui para a diversidade funcional dos ecossistemas. Evidências mostram que a presença de Ichneumonidae pode reduzir significativamente a incidência de insetos pragas que afetam culturas, fornecendo um controle natural de pragas que diminui a necessidade de inseticidas (Pimentel e Perkins, 2019). Esse controle biológico não só protege a saúde das plantas e aumenta a produtividade agrícola, mas também promove a sustentabilidade dos ecossistemas ao minimizar os impactos ambientais associados ao uso de pesticidas.

Além de sua função no controle de pragas, a diversidade de Ichneumonidae serve como um indicador da integridade e da complexidade dos habitats nos quais fazem parte. A presença e a abundância dessas vespas podem refletir mudanças nas condições ambientais e a integridade ecológica dos sistemas naturais (Janssen et al., 2018). A diversidade desses parasitoides é frequentemente utilizada como um bioindicador para avaliar a qualidade do habitat e os efeitos das mudanças ambientais, como a perda de habitat e as alterações climáticas, sobre os ecossistemas.

A investigação da diversidade de Ichneumonidae e seus serviços ecossistêmicos é crucial para a conservação e o manejo dos recursos naturais. A perda de biodiversidade pode comprometer a capacidade desses parasitoides de regular as populações de pragas, levando a desequilíbrios ecológicos e aumentando a necessidade de intervenções humanas para o controle de pragas (Tylianakis et al., 2013). Assim, compreender a diversidade e a funcionalidade dos Ichneumonidae é fundamental para a implementação de práticas de manejo sustentável que preservem os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos por esses organismos.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade de Ichneumonidae em áreas com diferentes usos do solo (áreas de transição, plantação de eucalipto e vegetação nativa).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A amostragem dos Ichneumonidae foi conduzida no município de Barra do Choça, sudoeste da Bahia, Brasil, entre janeiro de 2016 e dezembro de 2017. De acordo com o IBGE (2022), essa região situa-se a uma altitude média de 840 metros, apresentando relevo predominantemente plano a suavemente ondulado. O clima local, classificado como Cwb pela tipologia de Köppen, caracteriza-se por ser subtropical de altitude, com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média de 850 mm.

Nos sítios de amostragem, a área de eucalipto era cultivada com a espécie *Eucalyptus urophylla* Blake, com aproximadamente 10 anos, possuindo uma extensão de 30 hectares e árvores de aproximadamente seis metros de altura, o plantio estava em rebrota em torno de quatro anos, e as árvores estavam distribuídas num espaçamento 3 x 3.

Na área de capoeira, a vegetação estava em estágio inicial de regeneração, uma dominância de indivíduos herbáceos e arbustivos, com cerca de seis hectares, composta majoritariamente por árvores de aproximadamente cinco metros, e não apresentava dossel, com predominância de algumas espécies pioneiras, como *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae), *Vernonia chamaedrys* Less. (Asteraceae), *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam (Rutaceae); *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae); *Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae).

Na área nativa, a vegetação era formada por um fragmento de floresta nativa, classificado como Floresta Estacional Semidecidual Montana (Martins e Cavarro, 2012), com área de 86 hectares e árvores que podem atingir até 25 metros de altura com presença de algumas espécies da família Fabaceae (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Machaerium* spp.; Meliaceae (*Trichilia hirta* L.); Apocynaceae (*Aspidosperma pyriforme* Mart.; *Aspidosperma riedelii* Müll. Arg.) e Myrtaceae (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg).

As armadilhas foram dispostas da seguinte forma: duas armadilhas na área de plantio de eucalipto (Ponto de amostragem 1: 14°52'33.59"S e 40°41'45.25"W; Ponto de amostragem 2: 14°52'45.99"S e 40°41'43.03"O); uma na floresta secundária (Ponto de amostragem 3: 14°52'45.99"S e 40°41'40.34"O), situada a 250 metros da borda; e duas na floresta nativa (Ponto de amostragem 4: 14°52'55.3"S e 40°41'36.00"O; Ponto de amostragem 5: 14°52'57.16"S e

40°41'37.78"O), com 100 metros de distância entre elas, situadas a 200 e 300 metros da borda, respectivamente (Figura 1).

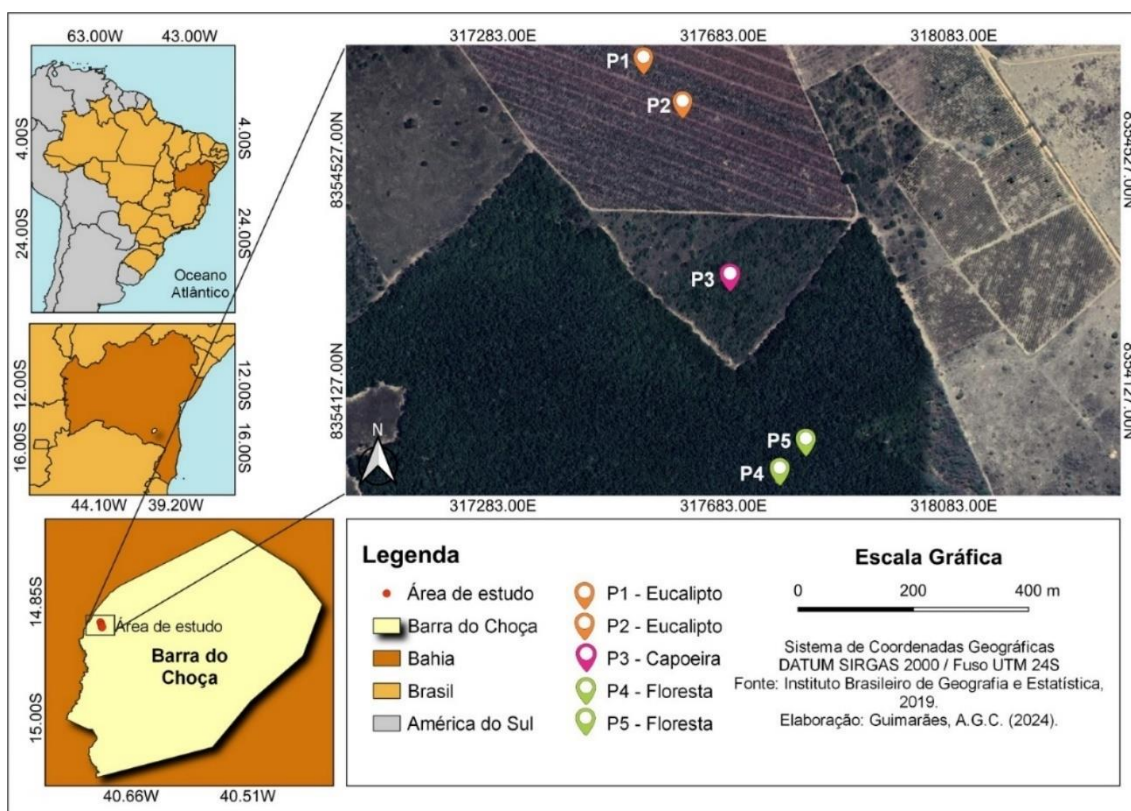


Figura 1- Imagem aérea com a localização dos pontos de amostragem de espécimes de Ichneumonidae com armadilhas Malaise nas áreas: eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Capoeira e Mata nativa no Município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.

Coleta, triagem e identificação dos espécimes

Para a coleta dos insetos, foram utilizadas cinco armadilhas do tipo Malaise (Townes, 1972), posicionadas ao nível do solo em três tipos de ambientes, onde permaneceram durante os dois anos de coleta. Nos frascos coletores, foram utilizados aproximadamente 500 mL de solução de álcool etílico a 70%. As coletas foram realizadas mensalmente.

A triagem dos espécimes foi realizada em laboratório, onde ocorreu a separação dos himenópteros parasitoides, seguida da separação por família utilizando Hanson e Gauld (2006). Após essa etapa, todos os indivíduos foram quantificados, etiquetados (com indicação da data e do local de cada coleta) e armazenados em tubos Eppendorf contendo álcool a 70%.

A identificação dos exemplares foi realizada pela taxonomista Helena Carolina Onody. Os materiais encontram-se atualmente depositados no acervo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e no Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Análise dos dados

As análises foram calculadas com dados mensais em cada local por tipos de uso do solo avaliados. Foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), o índice de Simpson e o índice de equitabilidade (J') (Price et al., 2011). Considerando o índice de riqueza (S), que é o número total de subfamílias na comunidade, o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (Shannon e Weaver, 1949) (H') foi determinado usando a Equação 1:

$$H' = - \sum (p_i * \ln(p_i)) \quad (1)$$

Sendo:

S = número total de indivíduos;

p_i = frequência relativa d i-ésima morfoespécies;

\ln = logaritmo neperiano.

O índice de dominância de Simpson (D) foi obtido por meio da equação 2:

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \quad (2)$$

Sendo:

n_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados; e

S = número de espécies amostradas.

O índice de Equitabilidade (J') foi obtido por meio da equação 3:

$$J' = H'/H_{\max} \quad H_{\max}: \ln (S) \quad (3)$$

Sendo:

H': Índice de diversidade de Shannon-Weaver;

S: Riqueza.

Para avaliar a resposta da riqueza e abundância das subfamílias de Ichneumonidae em áreas com diferentes usos do solo (eucalipto, mata e capoeira), os dados foram logaritmizados para minimizar os efeitos dos valores extremos. Em seguida, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Após essa verificação, realizou-se uma análise de variância (ANOVA). Nos modelos que apresentaram resultados significativos, aplicou-se o

teste de Tukey para identificar quais áreas apresentaram diferenças na riqueza. Quando os pressupostos da ANOVA não foram atendidos, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste post-hoc de Dunn, para avaliar as diferenças entre as áreas. A análise de coordenadas principais (PCOA) foi usada para resumir a composição das subfamílias entre as três áreas, usando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (Legendre e Legendre, 1998). Este agrupamento foi testado por meio de análise de variância permutacional (PERMANOVA) (Anderson, 2001), que foi realizado com 9.999 replicações (Anderson e Walsh, 2013), para testar diferenças significativas na composição de subfamílias entre as áreas.

Para avaliar se algumas das subfamílias coletadas poderiam estar mais associadas a um ou mais usos do solo, conduzimos a análise de espécies indicadoras (IndVal) proposta por De Cáceres et al. (2010). Esta análise cria combinações para cada espécie de acordo com os grupos selecionados e emite valores de associação que são posteriormente testados estatisticamente. Esta análise também mostra dois novos componentes para espécies consideradas indicadoras. O componente A, também chamado de especificidade, é a probabilidade de uma espécie indicadora pertencer a um dos grupos-alvo selecionados; o componente B, também chamado de fidelidade, determina o quanto cada espécie foi registrada dentro do total de amostras de cada categoria selecionada (De Cáceres et al. 2010). As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R CORE TEAM 2024) e os pacotes vegan, adespatial, ggplot2, clipr, ape e indicspecies (De Cáceres e Legendre, 2009).

RESULTADOS

Nas três áreas de estudos foram coletos 921 espécimes de Ichneumonidae distribuídas em 18 subfamílias. Foram identificadas 193 morfoespécies em 73 gêneros dentro das subfamílias. As subfamílias mais abundantes foram Cryptinae (258), seguidas por Orthocentrinae (217) e Ichneumoninae (107), Tabela 1.

Tabela 1 – Subfamílias de Ichneumonidae coletados em *Eucalyptus urophylla*, capoeira e Floresta Estacional Semidecidual Montana no Planalto da Conquista, Bahia, Brasil, de janeiro a dezembro de 2016 e 2017, considerando as indicadoras (INDVAL) de áreas, com os valores de análise (stat), *p* valor, especificidade (A) e fidelidade (B).

Subfamília	Eucalipto	Mata	Capoeira	Total	Stat	<i>p</i> -valor	Especificidade (A)	Fidelidade (B)
Anomaloniinae			6	6	0.463	0.024*	1.000	0.214
Banchinae	1	15	42	58	0.494	0.114		
Brachycyrtinae	1		1	2	0.258	0.520		
Campopleginae	7	28	43	78	0.776	0.003**	0.879	0.686

Cre mastinae	1	8	19	28	0.461	0.147		
Cryptinae	7	203	48	258	0.841	0.002**	0.917	0.771
Ctenopelmatinae		12		12	0.535	0.009**	1.000	0.286
Ichneumoninae	5	94	8	107	0.686	0.027*	0.706	0.667
Labeninae		6	1	7	0.338	0.368		
Mesochorinae		19	3	22	0.612	0.007**	0.787	0.476
Metopiinae	1	1		2	0.232	1.000		
Nesomesochorinae		1		1	0.218	1.000		
Ophioninae	4	2	3	9	0.375	0.379		
Orthocentrinae	30	183	4	217	0.814	0.001**	0.942	0.703
Phygadeuontinae	3	22	9	34	0.671	0.038*	0.876	0.514
Pimplinae	15	33	21	69				
Rhyssinae		2		2	0.309	0.340		
Tryphoninae	4	2	3	9	0.405	0.436		
Total	79	631	211	921				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Ao comparar o número de espécimes que ocorreram em cada área de estudo, temos 68,5% de indivíduos na mata, na capoeira 22,9% e 8,6% de indivíduos no eucalipto. Na área de eucalipto ocorreu o menor número de subfamílias (12); nesta área não foi observada a ocorrência de Anomaloninae, Ctenopelmatinae, Labeninae, Mesochorinae, Nesomesochorinae e Rhyssinae (Tabela 1). Entre as subfamílias amostradas, três foram exclusivas das áreas de mata, um da área de capoeira e nenhuma para área de eucalipto, e dez subfamílias foram comuns entre todas as três áreas. (Figura 2).

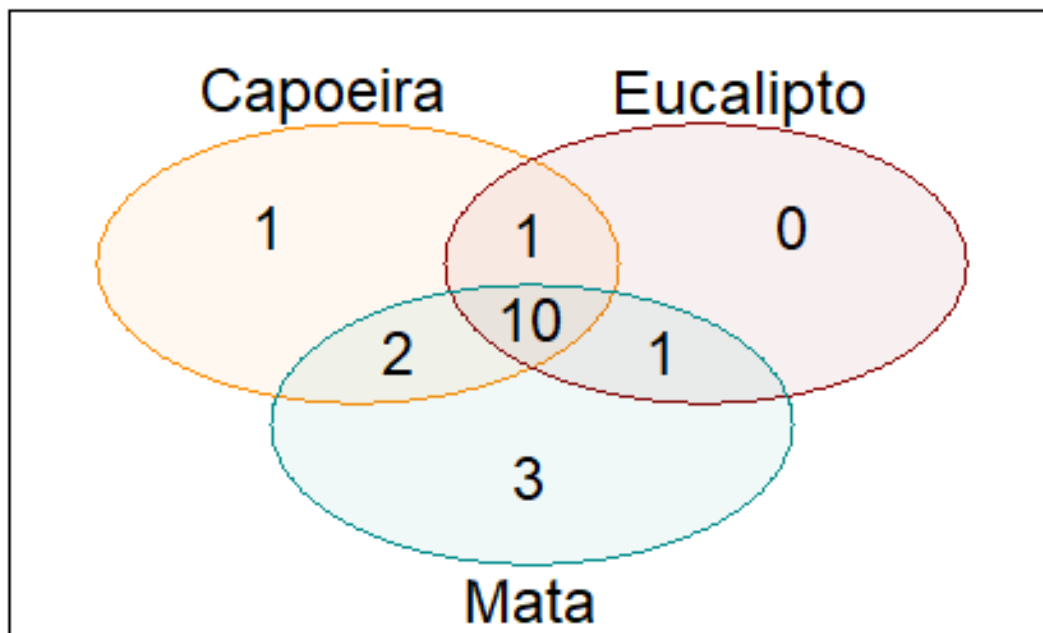


Figura 2 - Diagrama de Venn representando a diversidade de subfamílias entre diferentes usos do solo (mata, capoeira e eucalipto) nas áreas de estudo.

Em relação às métricas para comparar a diversidade das subfamílias para as diferentes áreas foram usados os índices de Shannon-Weaver, Simpson e Pielou. O Índice de Shannon-

Weaver variou de 0 a 2, com média de 1,21 na mata, 1,00 para capoeira e 0,73 para eucalipto. Em relação ao Índice de Simpson, este variou de 0 a 84, com uma média na área de mata de 0,58, na capoeira ficou em 0,52 e no eucalipto 0,44. Já para a Índice de Equitabilidade de Pielou foi obtida uma variação de 0 a 1, com média de 0,78 para mata, 0,86 para capoeira e de 0,94 para eucalipto (Tabela 2).

Tabela 2 - Índices de diversidade para a ocorrência de subfamílias de Ichneumonidae em áreas de Eucalipto, Mata e Capoeira na região Semiárida da Bahia, Brasil.

	Mínimo	Máximo	Média
Shannon-Weaver - Eucalipto	0.00	1.33	0.73
Shannon-Weaver – Mata	0.00	2.00	1.21
Shannon-Weaver - Capoeira	0.00	1.92	1.00
Simpson – Eucalipto	0.00	0.72	0.44
Simpson – Mata	0.00	0.84	0.58
Simpson - Capoeira	0.00	0.80	0.52
Pielou - Eucalipto	0.00	1.00	0.94
Pielou - Mata	0.00	1.00	0.78
Pielou – Capoeira	0.00	1.00	0.86

A abundância de subfamílias de Ichneumonidae apresentou diferença significativa entre as áreas de mata, capoeira e de eucalipto (ANOVA) ($F = 11,5$, $p < 0,05$). Quando aplicado o teste post-hoc de Tukey, observou-se a diferença na abundância das subfamílias somente entre as áreas de mata e de eucalipto ($p < 0,05$) (Figura 3).

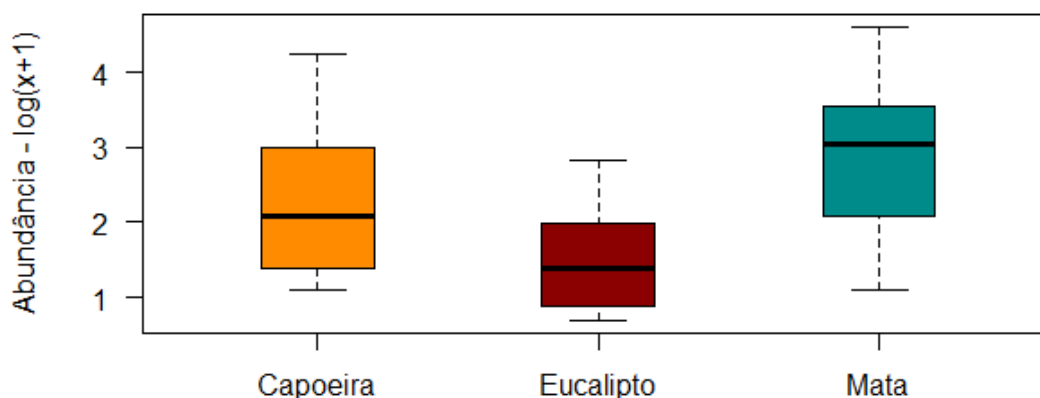


Figura 3 - Diagrama de caixa da abundância em nível de subfamílias de Ichneumonidae entre as áreas de estudo. Quando aplicado o teste post hoc de Tukey, ($p < 0,05$).

Em relação à riqueza das subfamílias de Ichneumonidae, foi realizado um teste não paramétrico (Kruskal-Wallis), que apresentou diferença significativa entre as áreas de mata,

capoeira e de eucalipto ($p < 0,05$). Quando aplicado o teste post-hoc de Dunn, observou-se a diferença na riqueza das subfamílias somente entre as áreas de mata e de eucalipto ($p < 0,05$) (Figura 4).

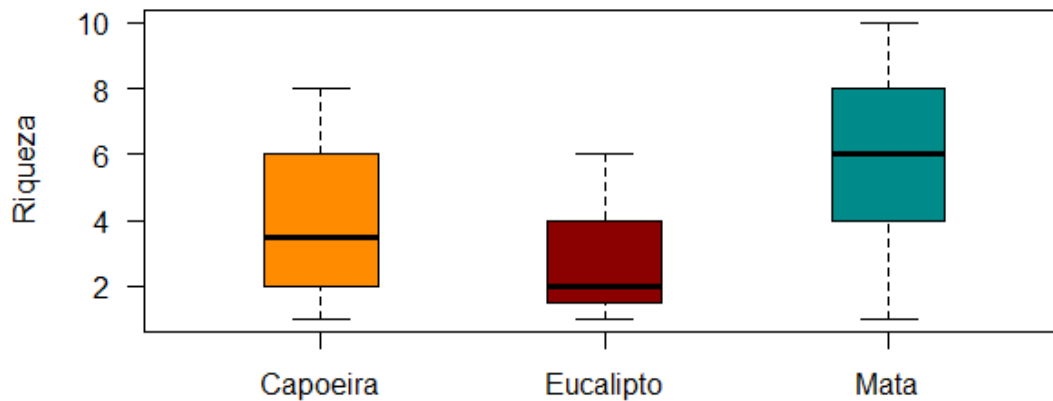


Figura 4 - Diagrama de caixa da riqueza em nível de subfamílias de Ichneumonidae entre as áreas de estudo. Quando aplicado o teste post hoc de Dunn, ($p < 0,05$).

Para a composição das subfamílias, o gráfico de análise de coordenados principais (PCoA) mostrou um certo agrupamento. Ou seja, as áreas avaliadas apresentaram uma certa similaridade na composição das subfamílias encontradas (Figura 5). A maioria das subfamílias são as mesmas nas áreas nativas, capoeira e de eucalipto. Isso pode estar relacionado à amplitude da classificação taxonômica utilizada em subfamília.

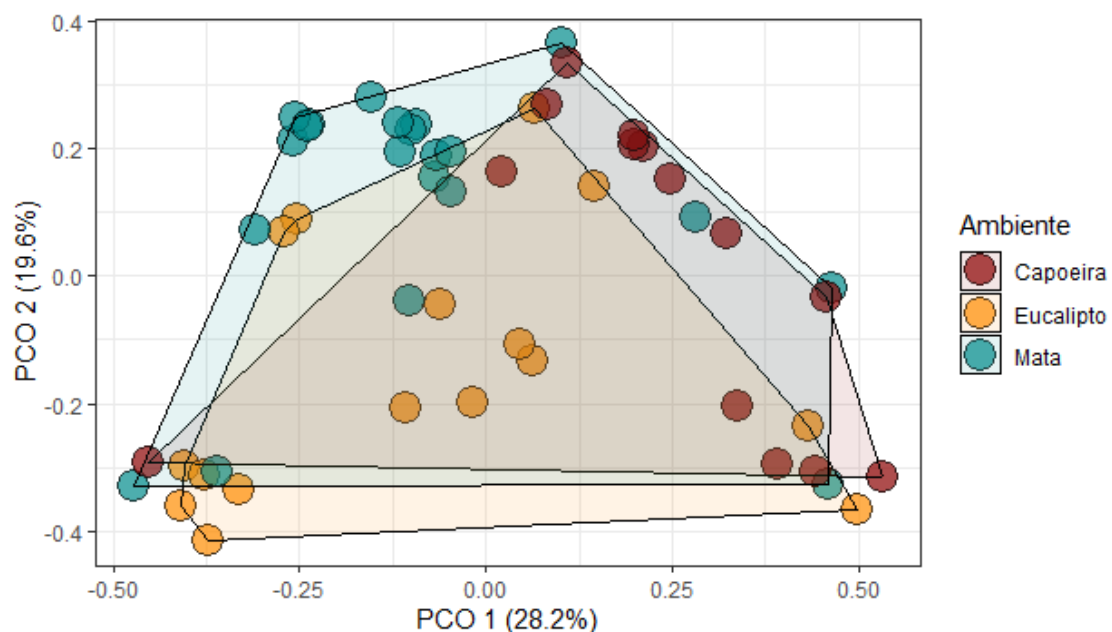


Figura 5 - Gráfico de análise de agrupamento (PCoA) demonstrando a similaridade da composição entre as subfamílias de Ichneumonidae nas áreas de mata, eucalipto e capoeira na região Semiárida da Bahia, Brasil.

Das 18 subfamílias coletadas, oito foram consideradas como indicadoras das áreas avaliadas. As oito foram divididas em dois grupos, estando quatro no grupo 1 e as outras quatro ao grupo 2. Anomaloninae foi considerada indicadora da área de capoeira, três para área de mata (Ctenopelmatinae, Ichneumoninae e Mesochorinae), outras três foram para a associação entre capoeira + mata (Campopleginae, Cryptinae e Phygadeuontinae) e a outra associação com eucalipto + mata pela subfamília Orthocentrinae (Tabela 1). O valor de especificidade (A) variou de 0,70 a 1,0. As subfamílias selecionadas apresentaram alta especificidade para os locais amostrados. Quanto à fidelidade (B), os valores variaram de 0,21 a 0,77, demonstrando que as subfamílias apresentaram baixa fidelidade, significando um baixo número de registros dentro do total de amostras coletadas em cada área de estudo (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Os resultados retrataram a diversidade do grupo na região estudada e reforça a importância das áreas nativas para manter a diversidade de Ichneumonidae. Entre as subfamílias mais abundantes, a predominância de Cryptinae pode ser atribuída à sua ampla plasticidade ecológica, já que inclui espécies generalistas capazes de explorar diversos hospedeiros, como Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e outros Hymenoptera (Gauld, 2006). Além disso, essa subfamília possui cerca de 400 gêneros descritos (Yu, 2019), o que a torna rica em espécies na Região Neotropical (Gauld, 2006). A subfamília Orthocentrinae foi a segunda mais abundante, o que pode ser explicado pelo tipo de vegetação (vegetação nativa), já que esses insetos são frequentes em ambientes úmidos e sombreados (Gauld e Bolton, 1988). E, por fim, Ichneumoninae também foi bastante comum, possivelmente por ser uma das maiores subfamílias de Ichneumonidae, com 373 gêneros, ficando atrás apenas de Cryptinae. Seus membros parasitam lagartas e pupas de Lepidoptera (Goulet e Huber, 1993), os quais podem ter ocorrido na área.

Fernandes et al. (2019), ao realizar um estudo diferentes intensidades de alteração antrópica em áreas de Caatinga, identificaram que as subfamílias Cryptinae e Creamastinae foram predominantes entre os indivíduos coletados. De forma semelhante, Salgado et al. (2018) apontaram que Cryptinae teve grande representatividade entre os insetos coletados em diferentes tipos de vegetação.

Analisando os índices de diversidade, os maiores valores de Shannon-Weaver (H') e de Simpson foram para as áreas de mata, indicando alta diversidade, expressando maior riqueza e uniformidade. E os menores valores para as áreas de eucalipto indicando redução na diversidade

desta área, possivelmente devido à homogeneização estrutural, que pode limitar recursos para as subfamílias mais especializadas (Bianchi et al., 2006). Tanque et al. (2011) encontraram índices (H') semelhantes para gêneros de Ichneumonidae em duas diferentes áreas sendo uma de mata e outra de transição de mata e cerrado em Minas Gerais.

Os maiores valores do índice de Simpson observados nas áreas de mata sugerem que, apesar da complexidade estrutural e da riqueza potencialmente maior, a comunidade de Ichneumonidae nessa área é dominada por subfamílias como Cryptinae, Ichneumoninae e Orthocentrinae muito abundantes em números de gêneros e espécies. Essa dominância pode ser explicada por fatores ecológicos específicos da mata, como a presença de recursos ou hospedeiros que favorecem algumas subfamílias em detrimento de outras (Gauld, 2000; Quicke, 2015).

O índice Pielou de Equitabilidade (J') para áreas de eucalipto e capoeira estão próximos, indicando uniformidade na distribuição das subfamílias em cada tipo de vegetação. Apesar de ter maior riqueza de subfamílias, a mata pode apresentar dominância de poucas subfamílias generalistas, como neste estudo Cryptinae, que exploram recursos abundantes. Isso aumenta o valor do índice, indicando maior concentração de indivíduos em poucos grupos. A homogeneidade estrutural do eucalipto limita a riqueza de subfamílias, mas favorece uma distribuição mais equilibrada entre as poucas subfamílias adaptadas.

Foi encontrada alta diversidade de subfamílias entre as áreas amostradas. A área de mata nativa apresentou a maior riqueza e o maior número de subfamílias. Os resultados mostraram uma diferença na riqueza entre as áreas de mata e eucalipto. A diversidade de plantas e a complexidade do habitat podem ter efeitos múltiplos na riqueza e abundância de parasitoides. Ou seja, áreas de vegetação nativa podem favorecer o desenvolvimento desses parasitoides porque fornecem refúgio, abrigo e alimento (Dall'Oglio et al., 2003; Paula et al., 2022).

Ambientes estruturalmente complexos produzem um maior número de nichos para estabelecimento e sobrevivência de um maior número de espécies de vespas (Santos et al., 2007; Santos et al., 2016). Outros estudos realizados em áreas de cultivo de café (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais identificaram que nichos de vespas sociais estão positivamente relacionados à complexidade ecológica. Por sua vez, essa relação é negativa em culturas que possuem fragmentos menores e sistemas mais simplificados (Milani et al., 2020).

Parasitoides podem buscar abrigo em ambientes mais protegidos, como áreas de vegetação nativa, e sair em busca de recursos em áreas próximas (Castillo-Sánchez et al., 2019, Clemente et al., 2021). Assim, as áreas de vegetação nativa podem atuar como habitat para

muitas espécies de parasitoides, servindo de abrigo para populações que migram para áreas com diferentes usos de solo (Paula et al. 2022).

A composição de subfamílias nas áreas avaliadas não foi muito diferente. Um número alto de subfamílias está sendo compartilhado entre elas, isso pode ser devido à amplitude taxonômica. Em outros estudos, como o de Sperber et al. (2004) e Simplicio et al. (2022), os autores observaram que áreas nativas são mais estáveis em relação à sua estrutura física e às variações de mudanças no ambiente, enfatizando que essas áreas são mais heterogêneas, tendo uma maior variedade de abrigos, proteção e recursos alimentares, como polén, néctar e hospedeiros.

Espécies com maior capacidade de dispersão podem circular entre áreas com diferentes usos do solo em busca de hospedeiros ou parceiros para reprodução, podendo ser encontrados nestes ambientes com diferentes usos do solo, como em cultivos de eucalipto. Neste estudo as áreas são próximas umas das outras, com a vegetação nativa podendo beneficiar o ecossistema em si e também o sistema florestal. Este pode manter um maior equilíbrio entre organismos predadores e parasitoides de organismos considerados pragas de determinadas culturas (Santos et al., 2016).

Entre as subfamílias classificadas como bioindicadoras, alguns grupos foram associados a áreas com diferentes usos do solo. Neste sentido, Ichneumoninae, Mesochoarinae e Ctenopelmatinae foram associadas à área de mata, as espécies dessas subfamílias compreendem muitas parasitoides que preferem áreas florestais e são dependentes de seus hospedeiros (Townes, 1969). Então, para o estabelecimento destes, são necessárias condições favoráveis ao desenvolvimento tanto do parasitoide quanto do hospedeiro (Andena et al., 2016; Souza et al., 2020a). Já Anomaloninae foi associada à área de capoeira, que compõem espécies parasitoides de larvas de Coleoptera (Elateridae, Tenebrionidae) e Lepidoptera (Noctuidae, Tortricidae). Sua presença está diretamente ligada à disponibilidade desses hospedeiros, em vegetação secundária, que podem manter comunidades intermediárias, indicando recuperação parcial do ecossistema (Mazón et al., 2024).

CONCLUSÃO

A vegetação nativa apresentou uma composição de subfamílias de Ichneumonidae diferenciada quando comparada às áreas de capoeira e à plantação de eucalipto, destacando-se por apresentar maior riqueza e abundância, incluindo subfamílias exclusivas. Isso reforça a importância desses ambientes naturais para a preservação de parasitoides mais sensíveis a

distúrbios ambientais, que necessitam de habitats mais complexos para sua sobrevivência. Alguns grupos taxonômicos podem ser eficientes na detecção precisa dos impactos das mudanças ambientais, como as alterações no uso do solo. Dessa forma, promover paisagens que integrem diferentes tipos de uso do solo, como plantios próximos a áreas nativas, pode favorecer a diversidade ambiental, configurando-se como uma alternativa viável para aliar a produção florestal à conservação e ao equilíbrio da biodiversidade regional de Ichneumonidae em ambientes multifuncionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. E também à Prof^a. Dr^a. Helena Carolina Onody, da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), pelo empenho na identificação dos espécimes.

REFERÊNCIAS

Altieri, M. A., Cure, J. R., Garcia, M. A., 1993. **The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems**, In: Lasalle, J., Gauld, I. D. (ed.), *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International, London, pp. 257–275.

Andena, S. R., Aragão, M., Wenzel, J. W., 2016. As vespas sociais encontradas no semiárido brasileiro. In: Bravo, F., Calor, A. R. (Org.), **Conhecendo os Artrópodes do Semiárido**, vol. 1, 1 ed. Méteis Editorial, São Paulo, pp. 126–138.

Anderson, M. J., 2001. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58, 626–639.

Anderson, M. J., WALSH, D. C. I., 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? *Ecol. Monogr.* 83, 557–574.

Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H., Tscharrntke, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control." *Proceedings of the Royal Society B: Biol. Sci.*, 273, (1595), 1715-1727. <http://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>.

Castillo-Sánchez, L. E., Jiménez-Osornio, J. J., Delfín-González, H., Ramírez, P. J., Canul-solís, J. R., Gonzalez-Moreno, A., Campos-Navarrete, M. J., 2019. Diversity of Ichneumonoidea (Hymenoptera) in three types of land use in a multiple production agroecosystem in Xmatkuil, Yucatan, Mexico. *Rev. Bio Cienc.*, 6, e543, 2019. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.01.18>

- Clemente, M. A., Guevara, R., Moleiro, H. R., Silveira, O. T., Souza, M. M., Giannotti, E., 2021. Effectiveness of two sampling methods for social wasps in different ecosystems. **EntomoBrasilis**, 14 (1), 1-8. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v14.e918>.
- Dall'Oglio, O. T., Zanuncio, T. J. C., Freitas, F. A., Pinto, R., 2003. Hymenópteros parasitoides coletados em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, Estado de Minas Gerais. **Ciênc. Florest.**, 13, 123-129.
- De Cáceres, M. D., Legendre P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**. 90 (12), 3566–3574. <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>.
- De Cáceres, M., LEGENDRE, P., MORETTI, M., 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. **Oikos**, 119, 1674–1684. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18334.x>.
- Fernandes, D. R. R., Santos, J. J. M., Lara, R. I. R., Junior, J. C. S., Ferreira, H. A., Perioto, N. W., 2019. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em áreas de Caatinga do Sudoeste da Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, 12 (3), 126-131. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i3.837>.
- Gauld, I. D., 2000. **The Ichneumonidae of Costa Rica, 3**. Memoirs of the American Entomological Institute.
- Gauld, I. D., Bolton B., 1988. The Hymenoptera, Oxford University Press, Oxford and The Natural History Museum, London.
- Gauld, I. D., 2006. Familia Ichneumonidae. In: Hanson, P. E.; Gauld, I. D. (Eds.). **Hymenoptera de la Region Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute**, pp.1-994.
- Goulet, H., Huber, J. T., 1993. **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Canada (ed.): agriculture canada.
- Hanson, P. E., Gauld, I. D., 2006. **Hymenoptera de la Region Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute**, n. 77, pp.944.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. <Disponível em: www.ibge.gov.br> Acesso em: 28 jul. 2024.
- Janssen, A., Van Mierlo, J., Wilson, J., 2018. **The Role of Parasitoids in Ecosystem Services**. Academic Press.
- Legendre, P., Legendre L., 1998. **Numerical ecology**, 2nd Engl. ed. Elsevier, Amsterdam.
- Martins, L., Cavaro, R., 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: IBGE.
- Mazón, M., Bordera, S., Rodríguez-Berrío, A., Frago, E., 2024. A influência relativa do abandono agrícola e dos habitats seminaturais na diversidade de parasitóides e na composição da comunidade. **PLoS UM**, 19 (8), E0303656. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303656>.

Milani, L. R., de Castro, J. G., Clemente, M. A., Coelho, E. L., Souza, M. M., 2020. Influências dos fragmentos florestais sobre a nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em cafeeiro. **Rev. Bras. Zootéc.** 21 (1), 1–12.

Parra, J. R. P., Pinto, A. S., Nava, D. E., Oliveira, R. C., Diniz, A. J. F., 2021. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ.

Paula, R. C. A. L., Silva, J. G., Fernandes, D. R. R., Moreira, A. A., Dall'Oglio, O. T., Junior, J. C. S., Perez-Maluf, R., 2022. Faunistic composition of hymenopteran parasitoids in cultivation of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake and adjacent areas of Seasonal Semi-deciduous Montana forest situated in the Semi-arid State of Bahia, Brazil. **EntomoBrasilis**, 15, 965.

Pimentel, D., Perkins, J. H., 2019. **Pest control: cultural and environmental aspects**. CRC Press.

Price, P. W., Denno, R. F., Eubanks, M. D., Finke, D. L., Kaplan, I., 2011. **Insect ecology: behavior, populations and communities**. Cambridge University Press.

Quicke, D. L. J., 2015. **The braconid and ichneumonid parasitoid wasps: Biology, systematics, evolution and ecology**. Wiley Blackwell.

R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Salgado, V. J., Correia, C. S., Lima, R. C. A. P., Silva, J. G., & Maluf, R. P., 2018. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera) no Planalto da Conquista. In: da Luz, P. M. (Eds.). **Ecologia, Evolução e Diversidade**. Ponta Grossa – PR: Antena. pp. 118–126.

Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biol. Conserv.**, 232, 8-27.

Santos, G. M. D. M., Bichara Filho, C. C., Resende, J. J., Cruz, J. D. D., Marques, O. M., 2007. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotrop. Entomol.**, 36, 180-185.

Santos, R. S., Silva, D. A., Pereira, A. A. A., Oliveira, L. C., 2016. Levantamento da entomofauna edáfica associada à mata ripária e sistema agroflorestal, em Rio Branco, AC. **Rev. Agrotróp.**, 28, 277–284.

Shannon, C. E., Weaver, W., 1949. The Mathematical theory Communication. University of secrecy systems. **The Bell system technical journal**, 28 (4) 656-715.

Simplício, V. D. S., Abot, A. R., Shimbori, E. M., Garcia, F. R. M., Carolina Onody, H., Castro Torres, L., Zazycki, L. C. F., de Souza, M. M., Rodrigues, M. E., 2022. Natural areas of cerrado foster wasp (Hymenoptera) diversity in human modified landscapes. **Environmental Entomology**, 51 (2), 370-377. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac003>.

Souza, M. M., Guedes, G. T., Bueno, E. T., Milani, L. R., Souza, A. S. B. 2020a. Social Wasps (Hymenoptera, Polistinae) from the Brazilian Savanna. **Sociobiology**. 67, 129-138.

Souza, M. M. P., Fontes, E. M. G., Valadares-Inglis, M. C. (ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020b. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121825/1/CBdocument.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

Sperber, C. F., Nakayama, K., Valverde, M. J., de Siqueira Neves, F., 2004. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. **Basic and Applied Ecology**, 5 (3), 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2004.04.001>.

Tanque, R. L., Kumagai, A. F., Souza, B., 2011. Pimplinae, Poemeniinae e Rhyssinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) na Unidade Ambiental de Peti (Cemig), Minas Gerais. **Rev. Bras. Zool.**, 13 (1, 2, 3).

Townes, H., 1969. **The genera of Ichneumonidae, part 1. Ephialtinae to Agriotypinae. Memoirs of the American Entomological Institute.**

Townes, H., 1972. A light-weight Malaise trap. **Entomological news**.

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2012a. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. **Ecology Letters**, 15 (8), 730-743. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01744.x>.

Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Farnrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T. O., 2012b. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. **Biological reviews**, 87 (3) 661-685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>.

Tylianakis, J. M., Didham, R. K., Bascompte, J., 2013. **Global Change and Insect-Plant Interactions**. Wiley-Blackwell.

Yu D. S., Van Achterberg, C., Horstmann, K. **Taxapad 2016. Ichneumonoidea 2015 (Biological and taxonomical information), Taxapad Interactive Catalogue Database on flash-drive**. Nepean, Ottawa. <Disponível em: <https://www.taxapad.com>> Acesso em: 20.jul. 2024.

Yu D. S. K. Taxapad Ichneumonoidea (version May 2009). In: Species 2000 & IT IS Catalogue of Life, 2019. Annual Checklist (Roskov., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., De Walt R. E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/annualchecklist/2019. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

ARTIGO 2:
DIVERSIDADE DE GÊNEROS ICHNEUMONIDAE EM DIFERENTES TIPOS DE
VEGETAÇÃO NO SEMIÁRIDO BAIANO

O artigo segue as normas da Revista Caatinga

DIVERSITY OF ICHNEUMONIDAE GENRAS IN DIFFERENT TYPES OF VEGETATION IN THE SEMI-ARID REGION OF BAHIA

ABSTRACT - Ichneumonidae (Hymenoptera) is a cosmopolitan family of parasitoid wasps, widely used in biological control programs worldwide, considered one of the most diverse within the superfamily Ichneumonoidea, and has approximately 23,000 described species worldwide, but it is estimated that there are at least 100,000, due to the abundance of species and their wide distribution. Studies that investigate the diversity mainly of genera are still scarce, especially about the semiarid region. The objective of this study was to record the main species of Ichneumonidae in three types of vegetation located in the semiarid region of the state of Bahia. Malaise traps were used distributed in areas with native vegetation, capoeira and *Eucalyptus urophylla*, S.T. Blake for two consecutive years. A total of 921 specimens were collected, identified in 18 subfamilies, 40 genera and 73 morphospecies. The native forest had greatest diversity ($H' = 3.481$), followed by capoeira ($H' = 2.815$) and eucalyptus ($H' = 2.507$). The most frequent genera were *Mnioes*, Townes, 1946 (15.5%), *Pimpla*, Fabricius, 1804 (15%) and *Eiphosoma*, Cresson, 1865 (7.8%). The similarity analysis revealed greater similarity between the capoeira and the native forest, which harbored a greater number of genera. Uniformity in the distribution of species was greater in the native forest ($J' = 0.8993$). The study highlights the importance of native vegetation for the conservation of the biodiversity of Ichneumonidae, which play an essential role in ecosystem services. In addition, it contributes to the knowledge of the parasitoid fauna in little explored regions of the Brazilian semiarid region.

Keywords: Parasitoids. Biodiversity. *Mnioes*. Ecosystem services.

DIVERSIDADE DE GÊNEROS ICHNEUMONIDAE EM DIFERENTES TIPOS DE VEGETAÇÃO NO SEMIÁRIDO BAIANO

RESUMO – Ichneumonidae (Hymenoptera) é uma família cosmopolita de vespas parasitoides, muito utilizada em programas de controle biológico no mundo, considerada uma das mais diversas dentro da superfamília Ichneumonoidea, e possui aproximadamente 23.000 espécies descritas no mundo, mas estima-se que existam pelo menos 100.000, devido à abundância de espécies e sua ampla distribuição. Estudos que investiguem a diversidade principalmente de

gêneros ainda são escassos, especialmente relacionados ao semiárido. O objetivo deste trabalho foi registrar as principais espécies de Ichneumonidae em três tipos de vegetações situadas na região Semiárida do estado da Bahia. Foram utilizadas armadilhas do tipo Malaise distribuídas em áreas com vegetação nativa, capoeira e *Eucalyptus urophylla*, S.T. Blake durante dois anos consecutivos. Foram coletados 921 espécimes, identificados em 18 subfamílias, 40 gêneros e 73 morfoespécies. A floresta nativa teve maior diversidade ($H' = 3,481$), seguida pela capoeira ($H' = 2,815$) e pelo eucalipto ($H' = 2,507$). Os gêneros mais frequentes foram *Mnioes*, Townes, 1946 (15,5%), *Pimpla*, Fabricius, 1804 (15%) e *Eiphosoma*, Cresson, 1865 (7,8%). A análise de similaridade revelou maior semelhança entre a capoeira e a floresta nativa, que abrigou maior número de gêneros. A uniformidade na distribuição das espécies foi maior na floresta nativa ($J' = 0,8993$). O estudo destaca a importância da vegetação nativa para a conservação da biodiversidade de Ichneumonidae, que desempenham papel essencial nos serviços ecossistêmicos. Além disso, contribui para o conhecimento da fauna de parasitoides em regiões pouco exploradas do semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Parasitoides. Biodiversidade. *Mnioes*. Serviços ecossistêmicos.

INTRODUÇÃO

Ichneumonidae (Hymenoptera) é uma família cosmopolita de vespas parasitoides, muito utilizada em programas de controle biológico no mundo (WU et al., 2003) e considerada uma das mais diversas dentro da superfamília Ichneumonoidea. Ichneumonidae possui aproximadamente 23.000 espécies descritas no mundo, mas estima-se que existam pelo menos 100.000, devido à abundância de espécies e sua ampla distribuição, estando o agrupadas em mais de 1.400 gêneros e 39 subfamílias descritas (GAULD et al., 2006).

Apesar de essa família apresentar uma ampla distribuição nas regiões tropicais, há um número limitado de registros de suas espécies (HANSON; GAULD, 2006). Além disso, a distribuição dos Ichneumonidae difere do padrão observado em outros grupos de organismos, apresentando maior diversidade em latitudes médias e altas, enquanto nos trópicos a diversidade é menor. Uma possível explicação para essa divergência pode ser a escassez de estudos básicos na região e o baixo esforço de amostragem (VEIJALAINEN et al., 2012).

A identificação das espécies de Ichneumonidae também é considerada um desafio significativo. Primeiramente, esses insetos apresentam uma grande variação cromática e

morfológica, o que dificulta a identificação precisa sem chaves taxonômicas adequadas. Além disso, a falta de revisões taxonômicas atualizadas e coleções de referência bem estabelecidas complica ainda mais a identificação, especialmente em regiões como os trópicos (KUMAGAI; GRAF, 2000). Devido à alta diversidade e à falta de revisões, a identificação ao nível de espécie é frequentemente desafiadora, e, muitas vezes, limita-se ao nível de gênero ou subfamília (SHIMBORI et al., 2017).

Na região semiárida brasileira, os estudos faunísticos sobre Ichneumonidae são pouco numerosos e limitados em abordagem taxonômica. Até o momento, foram realizados levantamentos nos estados da Paraíba (em Mossoró), Piauí, (SHIMBORI et al., 2014), na Bahia (FERNANDES et al., 2019) e no Rio Grande do Norte (FERNANDES et al., 2020). Entretanto, essas pesquisas restringiram-se à identificação de táxons em nível de gênero, sem avançar para determinações específicas. Diante desse cenário, a presente pesquisa destaca-se como o primeiro estudo desenvolvido no semiárido brasileiro a realizar identificações em nível de espécie, ampliando o conhecimento sobre a diversidade e distribuição desses parasitoides em ambientes semiáridos e contribuindo para preencher lacunas críticas na entomofauna regional.

Ichneumonidae ataca principalmente larvas de Lepidoptera e Coleoptera, mas também podem parasitar outros grupos de insetos. Os adultos se alimentam de néctar e substâncias açucaradas, enquanto as fêmeas colocam seus ovos dentro ou sobre os hospedeiros, que servem de alimento para as larvas. Estudos mostram que muitas espécies de Ichneumonidae são parasitoides eficientes e generalistas, parasitando diversas espécies hospedeiras (QUICKE, 2015).

Esses parasitoides são fundamentais para o controle biológico de insetos fitófagos holometábolos, tendo um importante papel nos chamados serviços ecossistêmicos contribuindo assim para manutenção do equilíbrio ecológico em ecossistemas agrícolas e naturais (FERNÁNDEZ; SHARKEY, 2006).

Apesar das dificuldades taxonômicas, os levantamentos de Ichneumonidae são urgentes e estratégicos. Eles não apenas preenchem lacunas críticas na biodiversidade, mas também fornecem subsídios para conservação, manejo sustentável e inovação em controle biológico de espécies pragas florestais e agrícolas.

Desse modo, estudos faunísticos que envolvam registros de espécies de parasitoides associadas a diferentes tipos de vegetação, inclusive em plantios florestais comerciais, são essenciais para entender as características biológicas dessas espécies e suas relações com os hospedeiros, como também para o incremento de informações relacionadas à fauna neotropical deste grupo, principalmente no que tange às regiões do semiárido brasileiro. Portanto,

objetivou-se neste estudo registrar as principais espécies de Ichneumonidae em três tipos de vegetações situadas na região Semiárida do estado da Bahia, Brasil visando contribuir com o conhecimento biogeográfico da fauna deste grupo nesta região, e, conseqüentemente, para a fauna Neotropical.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos espécimes de Ichneumonidae ocorreram no município de Barra do Choça, Bahia, que se encontra inserido na região do semiárido brasileiro. (Figura 1). Este município está localizado no sudoeste da Bahia, com uma altitude média de 840 metros e relevo que varia de plano a levemente ondulado e altitude média de 840 metros. O clima é classificado como Cwb, subtropical de altitude, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 25 °C e precipitação de 850 mm (IBGE, 2022).

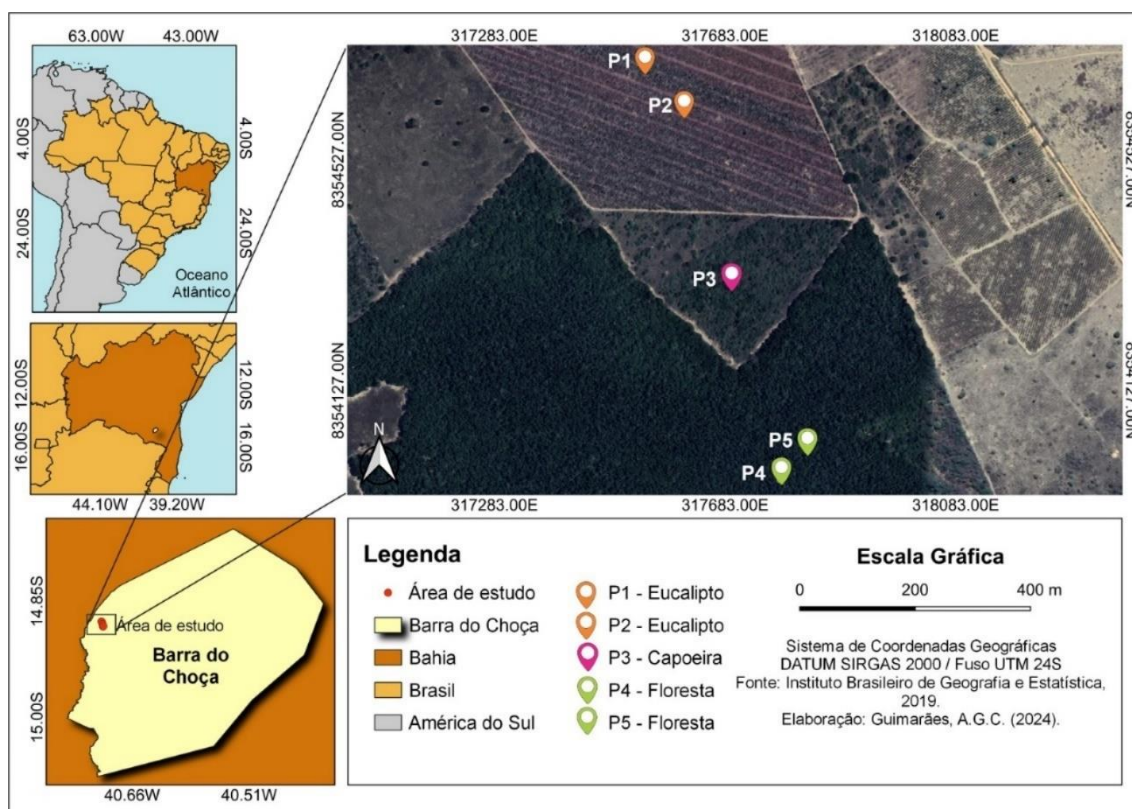


Figura 6- Imagem aérea com a localização dos pontos de amostragem de espécimes de Ichneumonidae com armadilhas Malaise nas áreas: *Eucalyptus urophylla*, Capoeira e Mata nativa no Município de Barra do Choça, Bahia, Brasil.

Os insetos foram capturados durante o período de janeiro de 2016 a dezembro de 2017, utilizando cinco armadilhas do tipo Malaise (TOWNES, 1972), instaladas ao nível do solo em três diferentes tipos de vegetação: 1) plantação de *Eucalyptus urophylla*, S.T. Blake de 30

hectares, com árvores de seis metros de altura; 2) floresta secundária de aproximadamente seis hectares, em estágio inicial de sucessão, contendo árvores de cinco metros de altura e plantas de grande porte dominantes; 3) floresta nativa de cerca de 86 hectares, classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, com plantas que atingem até 25 metros de altura.

Na área de *E. urophylla* foram distribuídas duas armadilhas inseridas nos pontos 14°52'33.59"S e 40°41'45.25"W; 14°52'45.99"S e 40°41'43.03"O. Na floresta secundária, uma no ponto 14°52'45.99"S e 40°41'40.34"O), situada a 250 metros da borda; e na floresta nativa, duas nos pontos 14°52'55.3"S e 40°41'36.00"O; 14°52'57.16"S e 40°41'37.78"O), com 100 metros de distância entre elas, situadas a 200 e 300 metros da borda, respectivamente.

Os espécimes de Ichneumonidae foram identificados pela taxonomista Helena Carolina Onody e estão armazenados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e no Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). As imagens dos gêneros foram obtidas com o sistema de foco estendido LAS X, acoplado a um estereomicroscópio Leica SAP8.

Determinação de Índices Faunísticos e Análise de Componentes Principais (PCA)

A caracterização da comunidade de Ichneumonidae foi analisada utilizando-se os índices faunístico de abundância, frequência relativa e riqueza (SILVEIRA NETO et al., 1976). Também calculou-se os Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Equitabilidade (J') (PRICE et al., 2011), similaridade de Jaccard e o estimador de riqueza Chao-1, (KREBS, 1989) utilizando-se o software estatístico Past 4.07 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

O índice de abundância refere-se à quantidade absoluta de cada indivíduo coletado, e a frequência relativa (FR; %) foi obtida conforme a Equação 1.

$$FR (\%) = (n / T) \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

n= número de indivíduos de cada morfoespécie;

T= total dos indivíduos coletados.

O índice de riqueza (S) é o número total de morfoespécies na comunidade e o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (SHANNON; WEAVER, 1949) (H') foi determinado usando-se a Equação 2:

$$H' = - \sum (p_i \times \ln(p_i)) \quad (2)$$

Sendo:

S = número total de morfoespécies;

pi = frequência relativa d i-ésima morfoespécies;

ln = logaritmo neperiano.

O índice de Equitabilidade (J') foi obtido através da Equação 3:

$$J' = H'/H_{max} \quad H_{max}: \ln(S) \quad (3)$$

Sendo:

H': Índice de diversidade de Shannon e Weaver;

S: Riqueza.

O esforço amostral foi representado pela curva de rarefação (KREBS, 1989), desenvolvida no software estatístico Past 4.07.

Os cálculos dos índices faunísticos foram aplicados somente para aquelas morfoespécies cujo gêneros foram identificados

Visando avaliar a influência dos diferentes tipos de vegetação (eucalipto, capoeira e mata nativa) na composição de Ichneumonidae adotou-se a Análise de Componentes Principais (PCA) por meio do software PAST 4.07. Nesta análise, optou-se por utilizar valores de abundância superior a cinco indivíduos coletados em cada tipo de vegetação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três tipos de vegetação foram coletados 921 espécimes de Ichneumonidae, distribuídos em 18 subfamílias, Cryptinae (n = 258), Orthocentrinae (n = 217), Ichneumoninae (n = 107), Campopleginae (n = 78), Pimplinae (n = 69), Banchinae (n = 58), Phygadeuontinae (n = 34), Cremastinae (n = 28), Mesochorinae (n = 22), Ctenopelmatinae (n = 12), Ophioninae (n = 09), Tryphoninae (n = 09), Labeninae (n = 07), Anomaloninae (n = 06), Brachycyrtinae (n = 02), Metopiinae (n = 02), Rhyssinae (n = 02), Nesomesochorinae (n = 01), 40 gêneros e 73 morfoespécies (Tabela 1). Na região Neotropical, ocorre o registro de 30 subfamílias (FERNÁNDEZ; SHARKEY, 2006), e, no presente estudo, foram constatadas 18 subfamílias, sendo que duas delas, Nesomesochorinae e Phygadeuontinae, não estavam incluídas para a referida região. A pesquisa constatou, pela primeira vez, a ocorrência de Nesomesochorinae no semiárido baiano. Estudos realizados na região semiárida obtiveram quantitativos semelhantes,

como os de Fernandes et al. (2020) e Fernandes et al. (2019), ambos com 17 subfamílias. Em outros ambientes, como Floresta Estacional Semidecidual Montana e fragmentos florestais de Mata Atlântica Ombrófila Densa, foram registradas 19 subfamílias (MELO, 2015). A riqueza de subfamílias de Ichneumonidae registrada na área de estudo destaca-se como um dado ecologicamente significativo para a região Neotropical, evidenciando a importância deste levantamento para o registro e inclusão de novas subfamílias e espécies na região. Neste estudo, Cryptinae apresentou-se com a maior frequência relativa representando 28% dos espécimes coletados, seguido de Orthocentrinae 23,6%. Em áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte, encontrou-se predominância também desta família, valor inclusive inferior ao encontrado neste estudo (25,3%) (FERNANDES et al., 2019). A predominância de Cryptinae pode ser justificada por esta subfamília ser considerada a maior de Ichneumonidae. sendo cosmopolita, e suas espécies ocorrerem em quase todos os ambientes terrestres em associação com uma ampla variedade de hospedeiros de lagartas, larvas e pupas de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (HANSON; GAULD, 2006).

Nos tipos de vegetação estudados, a maior frequência de insetos foi encontrada na capoeira com 46,3%, seguida da mata 42,5% e eucalipto com 11,2% (Tabela 1). Fernandes et al. (2019) conduziram pesquisas em áreas com diferentes níveis de degradação antrópica no Semiárido da Bahia e constataram maior abundância em áreas remanescente de Caatinga. Simplicio et al. (2022), na região do Cerrado, relataram que as morfoespécies de parasitoides foram mais abundantes em áreas de floresta do que em ambientes que haviam sofrido ação antrópica (pastagem e plantio de eucalipto). Diante disso, áreas de vegetação nativa podem favorecer o desenvolvimento desses parasitoides porque fornecem refúgio, abrigo e alimento (DALL'OGGIO et al., 2003; PAULA et al., 2022).

Quanto a gênero, Fernández e Sharkey (2006) relataram a ocorrência de 465 gêneros na região Neotropical; 40 dos quais ocorreu neste estudo, correspondendo a 8,6% dos gêneros da região Neotropical. Espera-se que este valor seja bem superior, já que neste estudo não foi possível a identificação dos exemplares das subfamílias de Cryptinae, Ichneumoninae e Orthocentrinae. Podendo ser explicado devido à alta diversidade e à falta de revisões, fazendo com que a identificação ao nível de espécie seja frequentemente desafiadora, e, muitas vezes, limitando-se ao nível de subfamília (SHIMBORI et al., 2017)

O gênero com maior frequência neste estudo foi *Mnioes* Townes, 1946 (Figura 2), representando 15,5% dos espécimes coletados, seguido por *Pimpla* Fabricius, 1804 (15,0%), *Eiphosoma* Cresson, 1865 (7,8%) (Figura 2). Fernandes et al. (2019) relataram a ocorrência desses gêneros na região semiárida, exceto *Mnioes*, que foi registrado pela primeira vez no

estado da Bahia no presente estudo, com destaque para as morfoespécies *Mnioes* sp.4 e *Mnioes* sp.1 (Tabela 1), as quais juntas representaram 80% de Banchinae. Na América do Sul, estudos ecológicos sobre *Mnioes* são escassos. Até o momento, há apenas descrições taxonômicas realizadas no Peru, como as de Alvarado (2020), sem informações sobre associações com hospedeiros. Considerando que essa subfamília possui interações conhecidas com lagartas de Lepidoptera (QUICKE, 2015), é plausível que *Mnioes* também atue nesse contexto ecológico. Isso evidencia lacunas importantes no conhecimento sobre sua biologia e ecologia, reforçando a necessidade de investigações taxonômicas e faunísticas para melhor compreender sua distribuição, diversidade e papel ecológico.

No que se refere ao gênero *Pimpla*, é importante destacar que, na área estudada, foram identificadas três morfoespécies (*Pimpla* sp. 1, *Pimpla* sp. 2 e *Pimpla* sp. 3), (Figura 2) que totalizaram 65,7% dos indivíduos da subfamília Pimplinae (Tabela 1). Esse gênero é um dos ichneumonídeos mais bem estudados, mas sobre o ponto de vista fisiológico e tem sido utilizado em programas de controle biológico, sendo considerado de grande importância no manejo de pragas, especialmente de Lepidoptera, como *Eupseudosoma* e *Sabulodes* (GALLO et al., 2002; KUMAGAI; GRAF, 2002). Além disso, *Pimpla* é um dos poucos ichneumonídeos investigados sob o aspecto endocrinológico e extensivamente estudado quanto aos seus venenos e às ações das secreções larvais, que imobilizam os hospedeiros e facilitam a oviposição. O veneno contém componentes com atividade antibacteriana, o que é fundamental, pois, ao perfurar a cutícula do hospedeiro, o parasitoide pode inadvertidamente abrir caminho para a entrada de bactérias, potencialmente prejudiciais ao desenvolvimento larval (QUICKE, 2015 e referências nele contidas).

O gênero *Eiphosoma* foi o terceiro em frequência neste levantamento (Figura 2), com seis morfoespécies (Tabela 1). Onody, Melo e Penteado-Dias (2012) relataram 14 espécies de *Eiphosoma* ocorrendo em cultivos orgânicos no estado de São Paulo. Dez espécies deste gênero foram relatadas no Cerrado situado no Município de Aquidauana Centro-Oeste (SANTOS; ONODY; BRANDÃO, 2021). Este é um gênero de médio porte com 56 espécies, com 23 espécies registradas no Brasil (FERNANDES et al., 2020). Shimbori et al. (2017) registraram cinco espécies para o estado do Mato Grosso do Sul. Espécies deste gênero são conhecidas por serem endoparasitoides de Lepidoptera, com registros de hospedeiros das famílias Crambidae, Noctuidae e Pyralidae no Brasil (LIMA, 1953). Até o momento, apenas *Eiphosoma batatae* Cushman, 1931 tem distribuição conhecida para o estado da Bahia (FERNANDES et al., 2019). Portanto, estudos futuros sobre a taxonomia deste gênero poderão revelar novas espécies.

Neste estudo, foram encontrados 15 novos gêneros para o estado da Bahia, sendo eles: *Clistopyga* Gravenhorst, 1829; *Dimophora* Förster, 1869; *Diradops* Townes, 1946; *Enytus* Cameron, 1905; *Eruga* Townes, 1960; *Hyposoter* Förster, 1869; *Itopectis* Förster, 1868; *Mnioes* Townes, 1946; *Physotarsus* Townes, 1966; *Prochas* Walkley, 1959; *Syzeuctus* Förster, 1869; *Trieces* Townes, 1946; *Zaglyptus* Förster, 1869; *Zagryphus* Cushman, 1919; e *Zatypota* Förster, 1869. Representando uma contribuição significativa para o conhecimento da fauna de Ichneumonidae na região neotropical e no semiárido brasileiro, uma vez que a região abriga uma das maiores diversidades de himenópteros parasitoides do mundo (FERNÁNDEZ; SHARLEY, 2006), muitas das quais ainda não foram estudadas ou se quer descritas. Considerando que o semiárido é caracterizado por condições ambientais extremas e alto endemismo, este levantamento amplia a compreensão da distribuição geográfica e da diversidade desses insetos em ambientes pouco amostrados. Ademais, o registro desses gêneros na Bahia reforça a necessidade de estudos contínuos para avaliar seu potencial biológico e seu papel nos serviços ecossistêmicos locais.

Tabela 1 – Riqueza, abundância e frequência relativa (FR) de Ichneumonidae (Hymenoptera) coletados em *Eucalyptus urophylla*, Capoeira e Floresta Estacional Semidecidual Montana no Semiárido da Bahia, Brasil, de janeiro a dezembro de 2016 e 2017.

Subfamília, Gênero Morfoespécies	Eucalipto	Mata	Capoeira	Total	FR (%)
Anomaloninae			6	6	2.0
<i>Anomalon</i> sp. 1			5	5	1.7
<i>Anomalon</i> sp. 2			1	1	0.3
Banchinae	1	12	42	55	18.7
<i>Diradops</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Lissonota</i> sp. 1	1	4		5	1.7
<i>Lissocaulus</i> sp. 1		1	1	2	0.7
<i>Mnioes</i> sp. 1		1	8	9	3.1
<i>Mnioes</i> sp. 2			1	1	0.3
<i>Mnioes</i> sp. 3			1	1	0.3
<i>Mnioes</i> sp. 4		4	31	35	12
<i>Syzeuctus</i> sp. 1		1		1	0.3
Brachycyrtinae	1		1	2	0.6
<i>Brachycyrtus</i> sp. 1			1	1	0.3
<i>Brachycyrtus</i> sp. 2	1			1	0.3
Campopleginae	7	27	38	72	24.5
<i>Casinaria</i> sp. 1		1	1	2	0.7
<i>Casinaria</i> sp. 2		3	4	7	2.4
<i>Charops lucianae</i>	1	1		2	0.7
<i>Charops mucioi</i>		1	1	2	0.7
<i>Charops</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Dusona</i> sp. 1			1	1	0.3

<i>Dusona</i> sp. 2		3		3	1.0
<i>Enytus</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Hyposoter</i> sp. 1		2	3	5	1.7
<i>Hyposoter</i> sp. 2		1	6	7	2.4
<i>Microcharops tibialis</i>	5	7	7	19	6.5
<i>Prochas brasiliensis</i>			2	2	0.7
<i>Venturia</i> sp. 1			6	6	2.1
<i>Venturia</i> sp. 2		3	2	5	1.7
<i>Venturia</i> sp. 3		1	5	6	2.1
<i>Venturia</i> sp. 4	1			1	0.3
<i>Venturia</i> sp. 5		1		1	0.3
<i>Venturia</i> sp. 6		1		1	0.3
Cre mastinae	1	8	19	28	9.5
<i>Eiphosoma</i> sp. 1	1	2	15	18	6.3
<i>Eiphosoma</i> sp. 2			1	1	0.3
<i>Eiphosoma</i> sp. 3		1		1	0.3
<i>Eiphosoma</i> sp. 4			1	1	0.3
<i>Eiphosoma</i> sp. 5		1		1	0.3
<i>Eiphosoma</i> sp. 6			1	1	0.3
<i>Dimophora</i> sp. 1		2		2	0.7
<i>Xiphosomella</i> sp. 1			1	1	0.3
<i>Temelucha</i> sp. 1		2		2	0.7
Ctenopelmatinae		12		12	4.1
<i>Physotarsus</i> sp. 1		12		12	4.1
Labeninae		6	1	7	2.4
<i>Grotea</i> sp. 1			1	1	0.3
<i>Labena</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Labena</i> sp. 2		5		5	1.8
Mesochorinae		19	3	22	7.6
<i>Mesochorus</i> sp. 1		6	1	7	2.4
<i>Mesochorus</i> sp. 2		6		6	2.1
<i>Mesochorus</i> sp. 3		7		7	2.4
<i>Mesochorus</i> sp. 4			2	2	0.7
Metopiinae	1	1		2	0.6
<i>Colpotrochia</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Trieces</i> sp. 1	1			1	0.3
Nesomesochorinae		1		1	0.3
<i>Nonnus</i> sp. 1		1		1	0.3
Ophioninae	4	2	3	9	3.1
<i>Enicospilus</i> sp. 1	1	1	1	3	1.0
<i>Enicospilus</i> sp. 2	3	1	2	6	2.1
Pimplinae	14	33	20	67	22.8
<i>Clistopyga</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Eruga</i> sp. 1	1			1	0.3
<i>Hymenoepimecis</i> sp. 1		2		2	0.7
<i>Hymenoepimecis</i> sp. 2		3		3	1.0
<i>Itopectis</i> sp. 1	1			1	0.3

<i>Neotheronia</i> sp. 1	1	5		6	2.1
<i>Neotheronia</i> sp. 2		2		2	0.7
<i>Neotheronia</i> sp. 3		1		1	0.3
<i>Pimpla</i> sp. 1	8	2	19	29	9.9
<i>Pimpla</i> sp. 2		14		14	4.9
<i>Pimpla</i> sp. 3		1		1	0.3
<i>Polysphincta</i> sp. 1	1			1	0.3
<i>Zaglyptus</i> sp. 1		2		2	0.7
<i>Zatypota</i> sp. 1	2		1	3	1.0
Rhyssinae		2		2	0.7
<i>Epirhyssa</i> sp. 1		2		2	0.7
Tryphoninae	4	2	3	9	3.1
<i>Boethella</i> sp. 1		1		1	0.3
<i>Netelia</i> sp. 1			1	1	0.3
<i>Netelia</i> sp. 2	1			1	0.3
<i>Netelia</i> sp. 3			1	1	0.3
<i>Netelia</i> sp. 4	3		1	4	1.6
<i>Zagryphus</i> sp. 1		1		1	0.3
FR/área (%)	11.2	42.5	46.3	100.0	
Abundância	33	125	136	294	100
Número de insetos/armadilha	16.5	62.5	136		
Riqueza (S)	17	48	34	73	
Shannon-Weaver (H')	2.507	3.481	2.815		
Equitabilidade (J')	0.8848	0.8993	0.7983		
Chao-1	50	78	68	121	

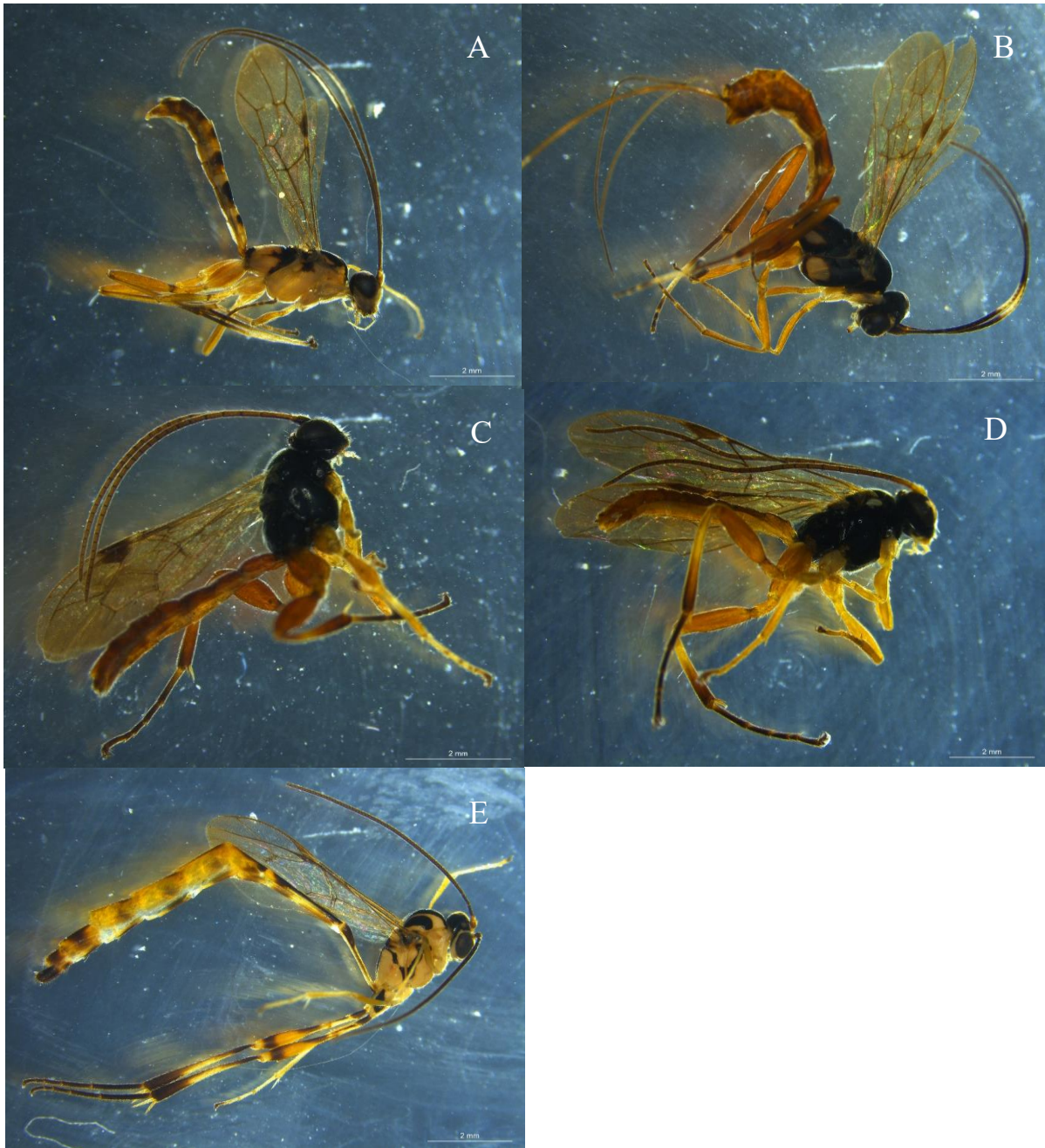


Figura 2- Gêneros Ichneumonidae coletados com armadilhas Malaise nas áreas de estudo: A – *Mnioes* sp.4; B - *Mnioes* sp.1; C – *Pimpla* sp.1; D - *Pimpla* sp.2; E - *Eiphosoma* sp.1. Barra de escala: 2mm.

Na mata, os gêneros mais frequentes encontrados foram *Mesochorus* Gravenhorst, 1829 (15,2%), *Pimpla* Fabricius, 1804 (13,6%) e *Physotarsus* Townes, 1966 (9,6%). Na área de capoeira foram *Mnioes* Townes, 1946 (30,9%), *Eiphosoma* Cresson, 1865 (13,2%) e *Pimpla* Fabricius, 1804 (14,0%), e no plantio de eucalipto foram *Pimpla* Fabricius, 1804 (24,2%), *Microcharops* Roman, 1910 (15,2%) e *Enicospilus* Stephens, 1835 com *Netelia* Gray, 1860 (12,1%) cada.

Com relação à diversidade de morfoespécie (Índice de Shannon-Weaver), a mata apresentou a maior diversidade ($H' = 3,481$), apresentando praticamente todos os gêneros encontrados, com presença exclusiva de espécimes dos gêneros *Boethella* Bennett, 2003, *Labena* Cresson, 1864, *Clistopyga* Gravenhorst, 1829, *Colpotrochia* Holmgren, 1856, *Physotarsus* Townes, 1966, *Zagryphus* Cushman, 1919 (Tabela 2). A área de capoeira apresentou $H' = 2,815$ com presença nesta área do gênero exclusivo, *Anomalon* Panzer, 1804. E, o plantio de eucalipto foi o que apresentou a menor diversidade ($H = 2,507$) de morfoespécies, tendo os gêneros *Eruga* Townes, 1960, *Itopectis* Förster, 1868 e *Trieceles* Townes, 1946 exclusivos desta área. Tanque, Kumagai e Souza (2011) encontraram índices (H') variando de 2,20 e 2,02 para gêneros de Ichneumonidae em duas diferentes áreas, sendo uma de mata e outra de transição de mata e cerrado. Onody, Melo e Penteado-Dias (2012), em sistema de cultivo orgânico de hortas, obteve H' 1,452 (Horta Oyafuso), 1,319 (Horta São Paulo) e 1,103 (Horta da Prefeitura de São Carlos).

O índice de Equitabilidade (J') foi de 0,8993 e 0,8848 para áreas de mata e eucalipto, respectivamente (Tabela 2), indicando uniformidade na distribuição dos gêneros em cada tipo de vegetação. Na área de capoeira, o índice foi de 0,7983. Sendo importante, pois, quanto mais equilibrado for o número de indivíduos, menor será a chance de perder espécies e suas funções ecológicas caso ocorra um evento climático extremo ou uma forte ação antrópica.

O índice de similaridade de Jaccard entre as vegetações analisadas indica a formação de dois grupos (Figura 3). A maior semelhança na composição de morfoespécies foi observada nas áreas de mata e capoeira, que apresentaram índice de similaridade de 0,26, quando comparado à área de eucalipto, com índice de 0,15 (Tabela 2). A similaridade existente entre as áreas compostas pela vegetação nativa (mata e capoeira) reforça a ideia da importância deste tipo de vegetação nas proximidades de monoculturas, contribuindo para a manutenção da diversidade desses insetos no ecossistema local. A monocultura de eucalipto representa um ambiente mais homogêneo e estruturalmente menos complexo, o que pode limitar a presença de algumas espécies de Ichneumonidae especializadas.

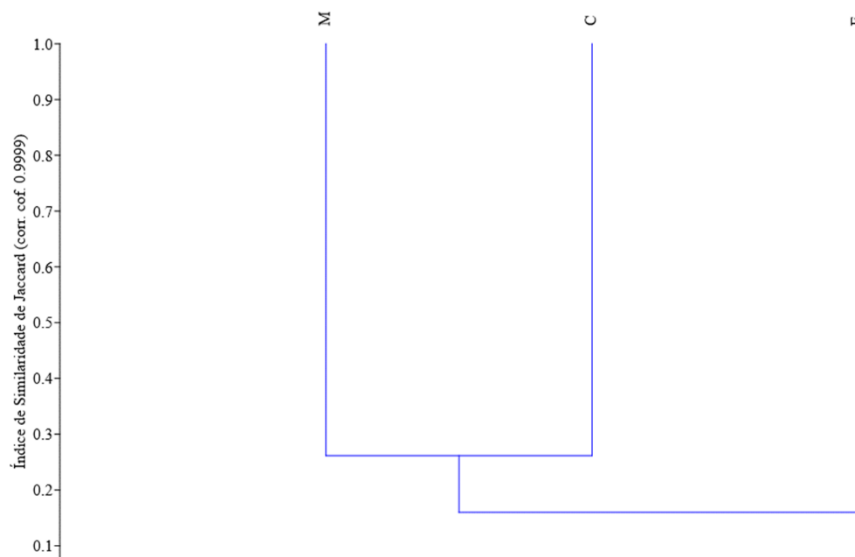


Figura 3 - Dendrograma do índice de similaridade de Jaccard para morfoespécies de Ichneumonidae coletadas em áreas *Eucalyptus urophylla* (E), Capoeira (C) e Floresta Estacional Semidecidual Montana (M) no Semiárido da Bahia, no Semiárido da Bahia, Brasil.

Tabela 2 - Índice de Similaridade de Jaccard para a ocorrência de morfoespécies de Ichneumonidae em áreas de *Eucalyptus urophylla* (E), Capoeira (C) e Floresta Estacional Semidecidual Montana (M) no Semiárido da Bahia, no Semiárido da Bahia, Brasil.

	<i>E</i>	<i>M</i>	<i>C</i>
<i>E</i>	1	0.16	0.15
<i>M</i>	0.16	1	0.26
<i>C</i>	0.15	0.26	1

A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou que os eixos 1 e 2 explicaram 95% da variabilidade dos dados (Figura 4), utilizando-se morfoespécies com densidade superior a cinco indivíduos.

A análise indicou que *Mnioes* sp. 4, *Pimpla* sp. 1 e *Eiphosoma* sp. 1 estão associadas à área de capoeira. Nesta área, durante as coletas, observou-se constantemente floração das espécies botânicas *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae), *Vernonia chamaedrys* Less. (Asteraceae), *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* Lam (Rutaceae), *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae), *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) e *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae), as quais podem servir de alimento (néctar e pólen) para esses insetos adultos.

Destaca-se que *Croton floribundus* registrou a ocorrência de Ichneumonidae parasitoides em larvas de Lepidoptera associadas a essa planta (FERNANDES et al., 2010). Na mata, onde ocorreu maior riqueza de morfoespécie (S:48), o PCA mostrou a existência de uma forte associação com *Pimpla* sp. 2 e *Physotarsus* sp. 1 e, na área de eucalipto, observou-se ausência de correlação entre as morfoespécies com este tipo de vegetação.

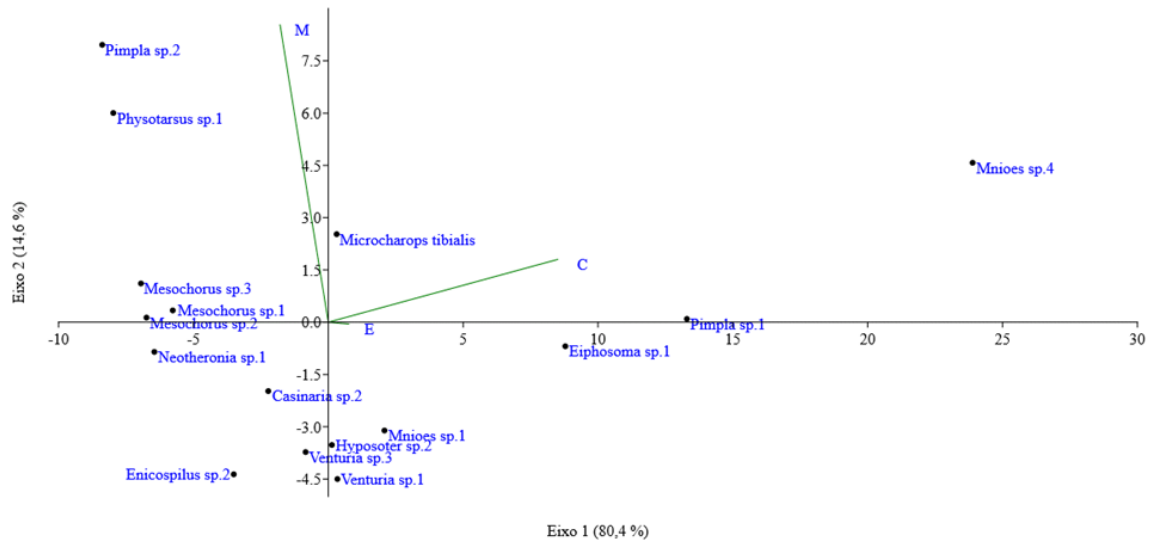


Figura 4 - Gráfico de Análise de Componentes Principais (PCA) demonstrando a similaridade da composição entre as morfoespécies de Ichneumonidae nas áreas de mata, eucalipto e capoeira na região Semiárida da Bahia, Brasil.

A riqueza total de Ichneumonidae registrada neste estudo foi de 73 morfoespécies (Tabela 1), enquanto que Chao-1 indicou 121 espécies, o que correspondeu a aproximadamente 60% do valor estimado. Tanto na mata quanto na capoeira, a curva de acumulação não atingiu a assíntota (Figura 5). A riqueza de morfoespécie na área de estudo já pode ser considerada expressiva para a região semiárida, onde a fauna de Ichneumonidae é pouco conhecida e geralmente subestimada, como evidenciado por Fernandes et al. (2019).

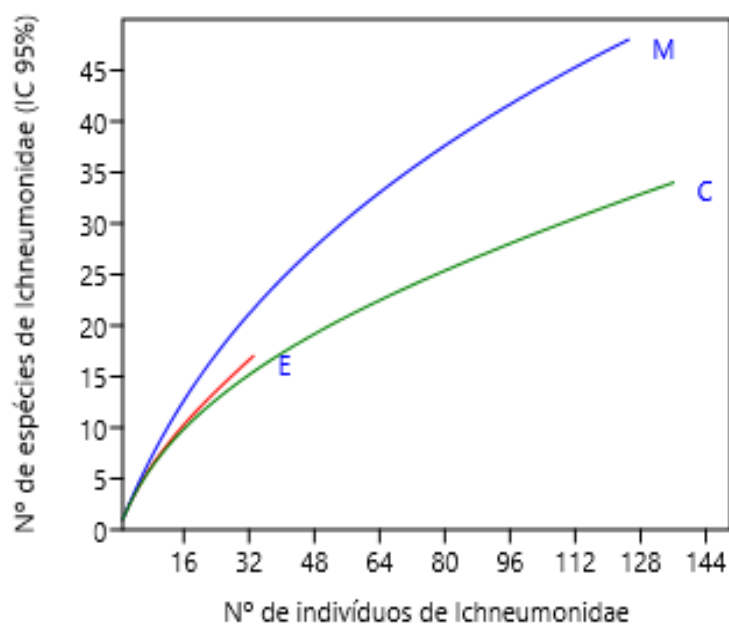


Figura 5 - Curva de rarefação para morfoespécies para morfoespécies de Ichneumonidae coletadas com armadilhas Malaise em áreas de *Eucalyptus urophylla* (E), Capoeira (C) e Floresta Estacional Semidecidual Montana (M) no Semiárido da Bahia. Coeficiente cofenético = 0,95%.

CONCLUSÃO

As análises realizadas evidenciaram que a floresta nativa detém a maior diversidade e abrigou gêneros exclusivos de Ichneumonidae, enquanto a capoeira e o eucalipto apresentaram menor riqueza e uniformidade, sendo observada maior similaridade entre mata e capoeira em comparação ao eucalipto, conforme o índice de Jaccard. Esse estudo inédito registrou gêneros novos, contribuindo de forma relevante para a ampliação do conhecimento sobre a diversidade e a distribuição da fauna de Ichneumonidae, bem como sobre a fauna de parasitoides himenópteros na região semiárida do Brasil, uma área ainda pouco explorada em pesquisas desse grupo. Ressalta-se, assim, a importância da preservação da vegetação nativa para a conservação da biodiversidade desse grupo, que desempenham papel essencial nos serviços ecossistêmicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. E também à Prof^a. Dr^a Helena Carolina Onody, da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), pelo empenho na identificação dos espécimes.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, M. Ten new species of parasitoid wasps *Mnioes* Townes, 1946 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Banchinae) described from Peru. **Zootaxa**, 4743:181-199, 2020. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4743.2.3>.

DALL'OGGIO, O. T. et al. Hymenópteros parasitoides coletados em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, Estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, 13: 123-129, 2003.

FERNANDES, L. B. D. R. et al. Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitoids of Lepidoptera caterpillars feeding on *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 54: 263-269, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0085.56262010000200009>.

FERNANDES, D. R. R. et al. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em áreas de Caatinga do Sudoeste da Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, 12: 126-131, 2019. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i3.837>.

FERNANDES, D. R. R. et al. Hymenoptera fauna, with emphasis on Ichneumonidae from an area of Caatinga in Northeast Brazil. **EntomoBrasilis**, 13: e0874, 2020. <http://doi.org/10.12741/ebrasilis.v13.e0874>.

FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. (Eds). Bogotá D.C., 2006, 894 p.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

GAULD, I.D. et al. **The Ichneumonidae of Costa Rica**, 4. Memoirs of American Entomological Institute, 66: 1-768, 2006.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4:1-9, 2001.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. Hymenoptera de la region Neotropical. American Entomological Institute, Hymenoptera de la Región Neotropical. **Memoirs of the American Entomological Institute**, 77: 446-486, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. <Disponível em: www.ibge.gov.br> Acesso em: 01 fev. 2025.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York, NY, Harper and Row Publishers Inc., 1989. 654 p.

KUMAGAI, A. F.; GRAF, V. Ichneumonidae (Hymenoptera) from urban and rural areas in Curitiba, Paraná, Brazil. **Acta Biológica Paranaense**, 29: 153-168, 2000. <https://dx.doi.org/10.5380/abpr.v29i0.588>.

KUMAGAI, A. F.; GRAF, V. Biodiversity of Ichneumonidae (Hymenoptera) and monitoring of the species of Pimplinae and Poemeniinae from Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19:445-452, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200010>.

LIMA, A.C. Espécies de Eiphosoma Cresson (Hymenopt. Ichneumon. Ophion.). **Arquivos do Museu Nacional Rio de Janeiro**, 42:175-189, 1953.

MELO, I. F. **Estudo Taxonômico e Ecológico dos Ichneumonidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em Área de Mata Atlântica em Diferentes Estágios Sucessionais, no Parque Estadual da Serra do Mar, São Luiz do Paraitinga, SP, Brasil**. 2015. 190 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

ONODY, H. C.; MELO, I. F.; PENTEADO-DIAS, A. M. Abundância, riqueza e diversidade de espécies de Eiphosoma Cresson 1865 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cremastinae) associada a hortas orgânicas. **Idesia**, 30: 115-120, 2012. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000100014>.

PAULA, R. C. A. L. et al. Faunistic composition of hymenopteran parasitoids in cultivation of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake and adjacent areas of Seasonal Semi-deciduous Montana forest situated in the Semi-arid State of Bahia, Brazil. **EntomoBrasilis**, 15: e965, 2022.

PRICE, P. W. et al. **Insect Ecology**. Cambridge University Press UK, 2011, 816 p.

QUICKE, D.L.J. **Phylogeny and systematics of the Ichneumonidae. The Braconid and Ichneumonid Parasitoid Wasps: Biology, Systematics, Evolution and Ecology** (ed. by Q. DLJ). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 2015, 752 p.

SANTOS, A. D.; ONODY, H. C.; BRANDÃO, C. R. F. Diversity of Ophioniformes wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae) in a Central-West Brazilian Savanna area. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 61: e20216145, 2021. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.45>.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The Mathematical theory Communication. University of secrecy systems. **The Bell system technical journal**, 28: 656-715, 1949.

SHIMBORI, E. M. et al. Contribuição ao conhecimento da fauna de Ichneumonoidea (Hymenoptera) do Semiárido brasileiro. In: BRAVO, F. & CALOR A. (Eds.) **Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e Conservação**. Feira de Santana: Print Mídia, 2014, cap. 12, p. 139-152.

SHIMBORI, E. M. et al. Hymenoptera “Parasitica” in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, 107: e2017121, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017121>.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de Ecologia dos Insetos**. Piracicaba, SP. Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SIMPLÍCIO, V. S. et al. Natural Areas of Cerrado Foster Wasp (Hymenoptera) Diversity in Human Modified Landscapes. **Environmental Entomology**, 51: 370-377, 2022. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac003>.

TANQUE, R. L.; KUMAGAI, A. F.; SOUZA, B. Pimplinae, Poemeniinae e Rhyssinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) na Unidade Ambiental de Peti (Cemig), Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, 13: 135-145, 2011.

TOWNES, H. A. A. A light-weight Malaise trap. **Entomological news**, 83: 239-247, 1972.

VEIJALAINEN, A. et al. Subfamily composition of Ichneumonidae (Hymenoptera) from western Amazonia: Insights into diversity of tropical parasitoid wasps. **Insect Conservation and Diversity**, 6: 28-37, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00185.x>.

WU, Z.; HOPPER, K. R.; ODE, P. J.; FUESTER, R. W.; JIAHUA, C.; HEIMPEL, G. E. Complementary sex determination in hymenopteran parasitoids and its implications for biological control. **Entomologia Sinica**, 10: 81-93, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2003.tb00369.x>.

3. CONCLUSÕES GERAIS

A vegetação nativa apresentou uma composição de subfamílias de Ichneumonidae diferenciada quando comparada às áreas de capoeira e à plantação de eucalipto, destacando-se por apresentar maior riqueza e abundância, incluindo subfamílias exclusivas. Isso reforça a importância desses ambientes naturais para a preservação de parasitoides mais sensíveis a distúrbios ambientais, que necessitam de habitats mais complexos para sua sobrevivência. Alguns grupos taxonômicos podem ser eficientes na detecção precisa dos impactos das mudanças ambientais, como as alterações no uso do solo. Dessa forma, promover paisagens que integrem diferentes tipos de uso do solo, como plantios próximos a áreas nativas, pode favorecer a diversidade ambiental, configurando-se como uma alternativa viável para aliar a produção florestal à conservação e ao equilíbrio da biodiversidade regional de Ichneumonidae em ambientes multifuncionais.

O estudo revelou que a fauna de Ichneumonidae no semiárido da Bahia, Brasil dos gêneros identificados, a floresta nativa apresentou a maior diversidade, com gêneros exclusivos, enquanto a capoeira e o eucalipto apresentaram menor riqueza e uniformidade. A análise de similaridade indicou maior semelhança entre mata e capoeira, diferenciando-se do eucalipto. Tendo este trabalho contribuído significativamente para o conhecimento da fauna de Ichneumonidae na região semiárida do Brasil, uma área ainda pouco explorada em estudos sobre himenópteros parasitoides. Além disso, reforça a importância da vegetação nativa na conservação da biodiversidade desses parasitoides, fundamentais para os serviços ecossistêmicos, como o controle biológico. Esses dados podem subsidiar estratégias de manejo sustentável e conservação em ambientes tropicais.

4. REFERÊNCIAS

ABAF - Associação Baiana das Empresas de Base Florestal. Anuário 2023. <Disponível em: <https://www.abaf.org.br>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

ALTIERI, M. A., J. R. CURE, AND M. A. GARCIA. **The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems**, pp. 257–275. In J. Lasalle and I.D. Gauld (ed.), *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International, London, 1993, p. 257-275.

ANDERSEN, J. C.; DRIESCHE, V. R. G.; CANDALL, R. S.; GRIFFIN, B. P.; ELKINTON, J. S.; SOPER, A. L. Successful biological control of the ambermarked birch leafminer, *Profenusa thomsoni* (Hymenoptera: Tenthredinidae), in Anchorage, Alaska: Status 15 years after release of *Lathrolestes thomsoni* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Biological Control**, v. 152, p. 104449, 2021.

BERTI FILHO, E. O parasitismo no controle integrado de pragas florestais. **Silvicultura**, v.10 n.1 p.7-10, 1985.

BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, n. 1595, p. 1715-1727, 2006. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>.

BOTTON, M.; NAKANO, O.; KOVALESKI, A. Parasitóides associados à lagarta-enroladeira *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 341-343, 2002.

BROAD, G. R.; QUICKE, D. L. J. The adaptive significance of host location by vibrational sounding in parasitoid wasps. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 267, p. 2403–9, 2000.

BUENO, E. T.; DE SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A. The effect of forest fragmentation on Polistinae. **Sociobiology**, v. 66, n. 3, p. 508-514, 2019.

CARLSON, P. E.; MCKIE, B. G.; SANDIN, L.; JOHNSON, R. K. Strong land-use effects on the dispersal patterns of adult stream insects: Implications for transfers of aquatic subsidies to terrestrial consumers. **Freshwater Biology**, v. 61, n. 6, p. 848-861, 2016.

CLAUSEN, C. P. **Entomophagous insects**. McGraw Hill, New York, 1940.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasil é líder mundial em tecnologias de controle biológico. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em:<<https://embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>>. Acesso em: 20 out. 2023.

FERNANDES, D. R. R.; SANTOS, B. F.; PÁDUA D. G.; ARAUJO R.O. Ichneumonidae in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD 2023. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2248>>. Acesso em: 20 Out. 2023.

FERNANDES, D.R.R.; SANTOS, J.J.M.; LARA, R.I.R.; SILVA JUNIOR, J.C.; FERREIRA, H.A. and Periotto, N.W. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em áreas de Caatinga do Sudoeste da Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**.v.12, n.3, p.126–131, 2019. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v12i3.837>.

FERNANDES, L. B. R. **Hymenoptera parasitoides de larvas de Lepidoptera associadas a Croton floribundus Spreng (Euphorbiaceae)**. 2003, 163 f. Tese (Doutorado) Ecologia e Recursos Naturais – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

FERNANDES, L. J.; SILVA, R. F.; SOUZA, M. A. Desempenho e tolerância à escassez hídrica do clone AEC 144 de *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 97-108, 2021. doi:10.4336/2021.pfb.41.1.2021.0097.

FERNÁNDEZ, F. Sistemática de los himenópteros de la Región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. In: FERNÁNDEZ, F. SHARKEY, M.J.(Eds). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. 2006, p.7-35.

FREITAS, F. A.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; BRAGANÇA, M. A.L.; PEREIRA, J.M.M. Similaridade e abundância de Hymenoptera inimigos naturais em plantio de eucalipto e em área de vegetação nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 9, p. 145-152, 2012.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L., BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002, 920 p.

GAULD, I. D. **An Introduction to the Ichneumonidae of Australia**. with a Contribution on the Metopiinae by M. G. Fitton. British Museum (Natural History), London, 1984, 413 p.

GAULD, I.D. Some factors affecting the composition of tropical ichneumonid faunas. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.30, p.299-312, 1987.

GAULD, I. D. **The Ichneumonidae of Costa Rica, 1**. Memoirs of the American Entomological Institute, 1991, 589 p.

GAULD, I. D. The Ichneumonidae, em: HANSON, P. E. & I.D. GAULD (eds). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1995, p.390-431.

GAULD, I. D.; WARD, S. The subfamily Brachycyrtinae, en: **The Ichneumonidae of Costa Rica, 3**. Memoirs of the American Entomological Intitute, 2002, 453 p.

GAULD, I.D.; GODOY C.; SITHOLE, R.; UGALDE, J. **The Ichneumonidae of Costa Rica, 4**. Memoirs of American Entomological Institute, 2006, 768 p.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton University Press, 1994, 473 p.

GRACA, M. B.; SOMAVILLA, A. Effects of forest fragmentation on community patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Central Amazon. **Austral Entomology**, v. 58, n. 3, p. 657-665, 2019.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **Hymenoptera de la Region Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute**, 2006, n. 77, 944 p.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1995.

HENAUT, A.; GUERDOUX, J. Location of a lure by the drumming insect *Pimpla instigator* (Hymenoptera, Ichneumonidae). **Experientia**, v. 38, p. 346–347, 1982.

HOUGHTON, R. A.; GOODALL, J. A.; SCHARLEMANN, J. P. W. The impact of tropical deforestation on biodiversity: evidence from the Amazon and other regions. **Nature Ecology & Evolution**, v.1, p. 4-8, 2012. <https://doi.org/10.1038/nateco.2012.5>.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2022. <Disponível em: <https://www.iba.org>> Acesso em: 28 jul. 2024.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2024. <Disponível em: <https://www.iba.org>> Acesso em: 01 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. <Disponível em: www.ibge.gov.br> Acesso em: 28 jul. 2024.

JOYCE, A. L.; HUNT, R. E; BERNAL, J. S.; VINSON, S. B. Substrate influences mating success and transmission of courtship vibrations for the parasitoid *Cotesia marginiventris*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 127, p. 39–47, 2008.

LAURENNE, N. M.; KARATOLOS, N.; QUICKE, D. L.J. Hammering homoplasy: multiple gains and losses of vibrational sounding in cryptine wasps (Insecta: Hymenoptera: Ichneumonidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 96, p. 82–102, 2009.

MEDEIROS, J. L. V.; DOS SANTOS MOREAU, A. M. S.; MOREAU, M. S. A cultura do eucalipto na região do extremo sul do estado da Bahia: Análises do uso da terra e socioeconômica. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 11, n. 1, p. 117-135, 2021.

MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. P.; GARCETE-BARRETO, B. R. Hymenoptera. In: **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora. p. 554-612, 2012.

MILANI, L. R.; JACQUES, G. C; CLEMENTE, M. A; COELHO, E. L; SOUZA, M.M. Influência de fragmentos florestais sobre a nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em cafeeiro. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2020.

MOLEDO, J. C.; SAAD, A. R.; DALMAS, F. B.; ARRUDA, R. D. O. M.; CASADO, F. Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. **Geosciences= Geociências**, v. 35, n. 4, p. 512-530, 2016.

MUKAI, H.; KITAJIMA, H. Parasitoid wasps regulate population growth of fungus gnats genus *Neoempheria* Osten Sacken (Diptera: Mycetophilidae) in shitake mushroom cultivation. **Biological Control**, v.134, p.15-22, 2019.

NOYES, J. S. The reliability of published host–parasitoid records: a taxonomist’s view. **Norwegian Journal of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 59–69, 1994.

ODUM, E. P. **Fundamentals of Ecology**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1971.

OHASHI, O. S.; BERTI FILHO, E. Inimigos naturais de *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 e *E. involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera, Arctiidae), praga de Eucalyptus spp. (Myrtaceae). **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, v. 40, p.43-44, 1988.

OLIVEIRA, J. A.; RODRIGUES, R. D. Eucalyptus in Brazil: Economic and ecological aspects. **Journal of Forest Research**, 2020, v. 15, n. 3, p. 112-124. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-0115-0>.

OLIVEIRA, M.L.; FERNANDES, D.R.R.; ALVARENGA, T.M.; AQUINO, D.A.; ARAUJO, R.O.; AZEVEDO, C.O.; BARBOSA, D.N.; BARTHOLOMAY, P.R.; COLOMBO, W.D.; COSTA, V.A.; DAL MOLIN, A.; FARACHE, F.H.A. et al. Wengrat APGS 2025. Hymenoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/96>>. Acesso em: 14 ago. 2025.

PAIVA, I. G.; AUAD, A. M.; VERISSIMO, B. A.; SILVEIRA, L. C. P. Differences in the insect fauna associated to a monocultural pasture and a silvopasture in Southeastern Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 12112, 2020.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. Editora Manole, São Paulo, 2002, 609 p.

PARRA, J. R. P.; PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; OLIVEIRA, R. C de.; DINIZ, A. J.F. **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**. Editora FEALQ, São Paulo, 2021, 592 p.

PAULA, R. de C. A. L. de; PÉREZ-MALUF, R.; MOREIRA, A. A. Chalcididae (Hymenoptera) associated with a semiarid region in Bahia, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 649-657, 2022. <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n316rc>.

PENTEADO, S.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira. 2012.

PEREIRA, A. G; SILVA, R. B.; DIAS, M. M; PENTEADO-DIAS, M. A. Study on the Hymenoptera parasitoid associated with Lepidoptera larvae in reforestation and

agrosilvopastoral systems at Fazenda Canchim (Embrapa Pecuária Sudeste) São Carlos, SP, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 75, n. 4, p. 783-789, 2015.

PERKINS, J. F. **Hymenoptera, Ichneumonoidea, Ichneumonidae, key to subfamilies and Ichneumoninae – 1**. Handbooks for the Identification of British Insects, 7 (2ai), 1959, 1–116 p.

PICANÇO, M. C.; SILVA, E. M.; FERNANDES, F. L.; SILVA, G. A.; PEREIRA, J. L. Principais programas de controle biológico aplicado no Brasil. In: **Controle biológico: pragas e doenças: exemplos práticos**. Ed: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M.C. Viçosa, MG, UFV/DFP, 2009, p. 139-182.

PORTER, C. C. Zoogeografia de la fauna latino-americana de Ichneumonidae. **Acta Zoológica Lilloana**, v. 36, p. 5-46, 1980.

QUICKE, D. L. J.; LERALEC, A.; VILHELMSEN, L. Ovipositor structure and function in the parasitic Hymenoptera with an exploration of new hypotheses. **Rendiconti**, v. 47, p. 197–239, 2000.

QUICKE, D.L.J. **The Braconidae and Ichneumonidae Parasitoid Wasps: Biology, Systematic, Evolution and Ecology**. 2013, 704 p.

QUICKE, D.L.J. **Phylogeny and systematics of the Ichneumonidae. The Braconid and Ichneumonid Parasitoid Wasps: Biology, Systematics, Evolution and Ecology** (ed. by Q. DLJ). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. 2015, 752 p.

RASPLUS, J. Y.; VILLEMANT, C.; PAIVA, M. R.; DELVARE, G.; ROQUES, A. Hymenoptera. **BioRisk** v.4, n.2, p.669-776. 2010. Disponível em: <<http://pensoftonline.net/biorisk>>. Acesso em: 12. out. 2023.

RENAULT, S.; STASIAK K.; FEDERICI, B.; BIGOT, Y. Commensal and mutualistic relationships of reoviruses with their parasitoid wasp hosts. **Journal of Insect Physiology**, v. 51, p. 137–48, 2004.

SALGADO, V. J.; CORREIA, C. S.; PAULA, R. de C. A. L. de; SILVA, J. G.; PÉREZ-MALUF, R. P. Fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera) no Planalto da Conquista. In: SALGADO, V. J.; CORREIA, C. S.; LIMA, R. C. A. P.; SILVA, J. G.; MALUF, R. P. (Eds). **Ecologia, Evolução e Diversidade**. Ponta Grossa – PR: Antena, 2018, p. 118-126.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. AG. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019.

SANTOS, M. F.M.; PÉREZ-MALUF, R.; MOREIRA, A. A.; SANTOS, C. B.; MARTINS, A. L.; PAULA, R. de C. A. L. de. Dryinidae species (Hymenoptera, Aculeata) in the semiarid region of Bahia, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12357, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252024v3712357rc>.

SHARKEY, M. J. Phylogeny and classification of Hymenoptera. **Zootaxa**, v.1668, p. 421-548, 2007.

SHAW, M. R. Parasitoid host ranges. In BA Hawkins and W Sheehan (eds), **Parasitoid Community Ecology**, Oxford University Press, Oxford, 1994, p. 44-111.

SOPER, A. L.; MACQUARRIE, C. JK; VAN DRIESCHE, R. Introduction, establishment, and impact of *Lathrolestes thomsoni* (Hymenoptera: Ichneumonidae) for biological control of the ambermarked birch leafminer, *Profenusa thomsoni* (Hymenoptera: Tenthredinidae), in Alaska. **Biological Control**, v. 83, p. 13-19, 2015.

SOUZA, M. M. P. de; FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 510 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121825/1/CBdocument.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2025.

TOWNES, H. **The genera of Ichneumonidae, part 1**. Ephialtinae to Agriotypinae. Memoirs of the American Entomological Institute, 1969, 300 p.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos** _ tradução da 7ª edição de borror and delong's Introduction to the Study of Insects. São Paulo, Cengage Learning, 2011, 809 p.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. **Ecology Letters**, v.15, n. 8, p.730-743, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01744.x>.

VET LEM. Evolutionary aspects of plant-carnivore interactions. In DJ Chadwick and JÁ Goode (eds), **Insect–Plant Interactions and Induced Plant Defence**. Novartis Foundation Symposium 223, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 1999, p. 3-20.

VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. Annual Review of Entomology. p.109-133,1976. Disponível em:< <https://doi.org/10.1146/annurev.en.21.010176.000545>>. Acesso em: 12. out. 2023.

WAHL D. **Family Ichneumonidae**. In H Goulet and JT Huber (eds), Hymenoptera of the World: an Identification Guide to Families, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture Canada, Ottawa, 1993, p. 395–509.

WHITFIELD, J. B. Phylogeny and evolution of the host/parasitoid relationship in the Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 129–51, 1998.

YU D. S.; VAN ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. **Taxapad 2016.Ichneumonoidea 2015 (Biological and taxonomical information), Taxapad Interactive Catalogue Database on flash-drive**. Nepean, Ottawa, 2016. <Disponível em: <https://www.taxapad.com>> Acesso em: 20.jul. 2024.

YU, D.S.; ACHTERBERG, C.V.; HORSTMANN, K. **World Ichneumonoidea 2011: taxonomy, biology, morphology and distribution**. Vancouver: Taxapad. CD version. 2012.

ZANUNCIO, J. C.; TEIXEIRA, C. A. D.; SOSSAI, M. F. Natural enemies of *Nomophila* sp. (Lepidoptera: Pyralidae), a cut-worm of *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) seedlings in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n.2, p. 357-358, 1999. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-80591999000200024. Acesso em: 30.out.2023.

ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B.; SEDIYAMA, C. A. Z.; PEREIRA, F. F.; PASTORI, P. L. WERMELINGER, E. D.; RAMALHO, F. S. Mortality of the defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae) by biotic factors in an *Eucalyptus urophylla* plantation in Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 81, v.1, 2009.