

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA

Priscilla Tominaga Higa

Tendências altitudinais na diversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) com ênfase na subfamília Pimplinae em área de Mata Atlântica da Serra do Japi, Jundiáí, SP.

SÃO CARLOS -SP

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA

Priscilla Tominaga Higa

Tendências altitudinais na diversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) com ênfase na subfamília Pimplinae em área de Mata Atlântica da Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Maria Penteado Martins Dias

São Carlos-SP

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Priscilla Tominaga Higa, realizada em 29/08/2018:

Prof. Dra. Angélica Maria Penteadó Martins Dias
UFSCar

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho
UFSCar

Prof. Dra. Denise Scatolini
PMSC

Com carinho dedico:

*À minha família pelo amor e apoio
por mais essa conquista*

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Angélica Maria Penteado Martins Dias pela oportunidade, apoio, paciência e amizade.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo suporte financeiro.

Ao INCT Hympar (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides) pelos recursos fornecidos ao laboratório.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade de realização deste estudo.

Ao Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho pela oportunidade e compreensão desde o início para seguir neste programa.

À administração da Reserva Biológica Serra do Japi por autorizar as coletas.

Ao técnico Airton Santos Soares por realizar as coletas e à Luciana pelas ajudas técnicas em laboratório.

Aos colegas de laboratório (em especial ao Neto, Luiza, Luis Felipe, Isabela, Carol e Julia) pela amizade, ensinamentos e momentos descontraídos.

À turma de Ecologia de Ecossistemas.

Aos amigos Rafael, Tamires, Victor, Luis F. e Tatiene pela parceria, força e risadas quando eu mais precisei.

Ao meu amor Luiz pelo companheirismo, carinho e paciência.

À minha família, em especial aos meus pais e avós, por sempre me apoiarem a cada passo da minha vida...

*“...A mim parece haver muita desgraça no mundo. Não consigo me convencer que um Deus beneficente e onipotente teria criado um **Ichneumonidae** com a única intenção de suas larvas se alimentarem dos corpos vivos de lagartas...”*

(Trecho da carta escrita por Charles Darwin para seu amigo naturalista Asa Gray)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea), com ênfase na subfamília Pimplinae em três diferentes altitudes na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. As coletas foram realizadas com o uso de armadilhas Malaise instaladas em altitudes de 896 m (A1), 1.082 m (A2) e 1.190 m (A3) no período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016). Foram coletados 4.196 exemplares de Ichneumonidae distribuídos em 18 subfamílias. Cryptinae, Pimplinae, Campopleginae, Ichneumoninae e Orthocentrinae foram as subfamílias mais abundantes. O local de maior altitude (3) apresentou maior abundância com 1.625 indivíduos (38,73%); nos outros dois pontos de coleta (A1 e A2) apresentaram maior riqueza (18 subfamílias). As subfamílias com hábitos cenobiontes (11) foram as mais abundantes (56,12%). Os maiores Índices de Diversidade e Equitabilidade foram encontrados no local de menor altitude; a maior similaridade quantitativa ocorreu entre os locais de menor e maior altitudes; a maior similaridade qualitativa foi encontrada entre os locais de altitude menor e intermediária. Os 745 espécimes de Pimplinae foram identificados em 18 gêneros e 91 morfoespécies. Os machos representaram de 50,6% e as fêmeas de 49,4%. Os espécimes mais frequentes foram do gênero *Pimpla* (54,23%) e *Neotheronia* (16,37%). *P. caerulea* Brullé, 1846 foi a espécie mais frequente (43,62%). Para Pimplinae, os idiobiontes foram mais frequentes (530) atribuídos a 3 gêneros. A abundância foi maior no local de menor altitude, com 293 exemplares coletados; a maior riqueza no local de maior altitude, com 56 morfoespécies. Maiores valores de Índice de Diversidade e Equitabilidade para Pimplinae foram encontrados na altitude intermediária, sendo que os locais de menor e maior altitude foram similares quantitativamente; e as altitudes intermediária e alta qualitativamente. Nas diferentes épocas do ano, os maiores valores de abundância de Ichneumonidae e Pimplinae foram registrados nos períodos quentes e chuvosos. Foram encontradas uma espécie nova para o gênero *Acrothapus* e duas para o gênero *Polysphincta*. A Serra do Japi abriga importante fauna de Ichneumonidae e Pimplinae, o que se faz necessário ampliar o conhecimento nessa região.

Palavras-chave: Diversidade. Altitude. Mata Atlântica. Ichneumonidae. Pimplinae.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the diversity of Ichneumonidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea), with emphasis on the subfamily Pimplinae at three different altitudes in the Serra do Japi Biological Reserve, Jundiaí, SP, Brazil. The samples were collected using malaise traps installed at altitudes of 896 m (A1), 1,082 m (A2) and 1,190 m (A3) in a period of one year (October 2015 to October 2016). A total of 4,196 specimens of Ichneumonidae were collected from 18 subfamilies. Cryptinae, Pimplinae, Campopleginae, Ichneumoninae and Orthocentrinae were the most abundant subfamilies. The highest altitude site (3) showed greater abundance with 1,625 individuals (38.73%); in the other two collection points (A1 and A2) presented greater wealth (18 subfamilies). The subfamilies with cenobiont habits (11) were the most abundant (56.12%). The highest diversity and equitability indexes were found at the lowest altitude; the highest quantitative similarity occurred between the lowest and highest altitudes; the highest qualitative similarity was found between the lowest and intermediate altitude sites. The 745 specimens of Pimplinae were identified in 18 genera and 91 morphospecies. Males accounted for 50.6% and females accounted for 49.4%. The most frequent specimens were of the genus *Pimpla* (54.23%) and *Neotheronia* (16.37%). *P. caerulea* Brullé, 1846 was the most frequent species (43.62%). For Pimplinae, idiobionts were more frequent (530) attributed to 3 genera. The abundance was higher in the lower altitude site, with 293 specimens collected; the highest richness in the highest altitude site, with 56 morphospecies. Higher values of diversity and equitability index for Pimplinae were found at intermediate altitude, and the lowest and highest altitude sites were similar quantitatively; and the intermediate and high altitudes qualitatively. At different times of the year, the highest abundance values of Ichneumonidae and Pimplinae were recorded in hot and rainy periods. A new species was found for the genus *Acrothapus* and two for the genus *Polysphincta*. The Serra do Japi is home to important fauna of Ichneumonidae and Pimplinae, which makes it necessary to increase knowledge in this region.

Keywords: Diversity. Altitude. Atlantic forest. Ichneumonidae. Pimplinae.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-4** Morfologia da asa anterior e metassoma de Ichneumonoidea. 1, Asa anterior de Braconidae; 2, Asa anterior de Ichneumonidae; 3, Tergos 2 e 3 fundidos de Braconidae; 4, Tergos 2 e 3 de Ichneumonidae.....21
- Figuras 5-7.** Características morfológicas de Pimplinae. 5, tergito 1 mostrando o espiráculo na região anterior do segmento; 6, asa anterior indicando 2 bulas na veia *2m-cu*; 7, garras tarsais não pectinadas.....25
- Figura 8.** Reserva Biológica da Serra do Japi, localizada no município de Jundiaí, São Paulo, Brasil.....29
- Figura 9.** Armadilha Malaise utilizada para as coletas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP.....32
- Figuras 10.** Morfologia da cabeça. AI = área interoceolar; Ca = face; CHi = carena hipostomal; Cl = clípeo; COc = carena occipital; Ecp = escapo; EM = espaço malar; F₁ = primeiro segmento do flagelo; Fr = fronte; G = gena; M = muesca; Ma = mandíbula; O = ocelo; Oc = occipício; Pe = pedicelo; PLa = palpo labial; PMx = palpo maxilar; SEs = sulco epistomal; SSo = sulco subocular; V = vértex.....33
- Figura 11.** Mesossoma e parte do metassoma. CE = carena epicnemial; Cx₁₋₃ = coxas anteriores, médias e posteriores; E = epicnêmio; Ep₂ = mesepimero; Epm = epomia; Esc = escutelo; Est₁ = esternito I; Fe = fêmur; MSc = mesoscudo; N₁ = pronoto; Pl₁ = propleura; Pl₂ = mesopleura; Pl₃ = metapleura; Ppd = propódeo; PSA = proeminência subalar; Tg = tégula; Tg₁ = tergito I; Tg₂ = tergito II; Tir = tirídia; TI = trocantelo; Tr = trocânter.....33
- Figura 12.** Asas anterior e posterior com nomenclaturas de cada nervura. A = areolete; Pt = pterostigma.....34
- Figura 13.** Abundância das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.....37

| | |
|--|----|
| Figura 14. Abundância relativa das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 37 |
| Figura 15. Abundância relativa das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 40 |
| Figura 16. Distribuição anual da abundância das subfamílias em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, durante outubro de 2015 a outubro de 2016..... | 41 |
| Figura 17. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 1 (896m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 42 |
| Figura 18. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 2 (1.082m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 43 |
| Figura 19. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 3 (1.190m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 44 |
| Figura 20. Distribuição anual da abundância total das subfamílias em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 45 |
| Figura 21. Distribuição anual total da abundância de cada subfamília em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 45 |
| Figura 22. Abundância dos espécimes das subfamílias cenobiontes e idiobiontes para cada altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura 23. Índice de similaridade de Bray-Curtis das subfamílias em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 50 |
| Figura 24. Índice de similaridade de Jaccard das subfamílias em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 50 |
| Figura 25. Gráfico da abundância de machos e fêmeas dos Pimplinae coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 53 |
| Figura 26. Abundância dos gêneros <i>Pimpla</i> e <i>Neotheronia</i> em cada mês em relação ao total de indivíduos encontrados nas coletas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 53 |
| Figura 27. Distribuição anual da abundância dos gêneros em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 a outubro de 2016..... | 54 |
| Figura 28. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 1 (896m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 55 |
| Figura 29. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 2 (1.082m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 55 |
| Figura 30. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 3 (1.190m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP..... | 56 |
| Figura 31. Abundância dos espécimes de gêneros cenobiontes e idiobiontes para cada altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 58 |
| Figura 32. Índice de similaridade de Bray-Curtis de gêneros em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 33. Índice de similaridade de Jaccard de gêneros em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016..... | 59 |
| Figuras 34-37. <i>Acrotaphus</i> sp. nov. fêmea. 34, hábito; 35, face; 36, ocelos; 37, metassoma..... | 76 |
| Figuras 38-39. <i>Acrotaphus</i> sp. nov. macho. 38, hábito; 39, ocelos..... | 76 |
| Figuras 40-46. <i>Polysphincta</i> sp. nov. 1, fêmea. 40, hábito; 41, face; 42, epomia; 43, carena epicnemia; 44, esternito 1; 45, ovipositor; 46, asa posterior..... | 77 |
| Figuras 47-51. <i>Polysphincta</i> sp. nov. 2, fêmea. 47, hábito; 48, face; 49, carena epicnemia; 50, carena epicnemia aumentada; 51, asa posterior..... | 78 |
| Figuras 52-60. Exemplos de espécies de Pimplinae (tribo Pimplini). 52, <i>Apechthis zapoteca sarsinae</i> ; 53, <i>Itoplectis</i> sp. 2; 54, <i>Neotheronia hespenheidei</i> ; 55, <i>Neotheronia tolteca</i> ; 56, <i>Pimpla caerulea</i> ; 57, <i>Pimpla croceiventris</i> ; 58, <i>Pimpla perssoni</i> ; 59, <i>Pimpla</i> sp. 2; 60, <i>Pimpla sumichrasti</i> | 79 |
| Figuras 61-70. Exemplos de espécies de Pimplinae (tribo Ephialtini). 61, <i>Calliephialtes</i> sp. 1; 62, <i>Clistopyga</i> sp. 4; 63, <i>Clydonium</i> sp. 1; 64, <i>Dolichomitus</i> sp. 2; 65, <i>Eruga</i> sp. 1; 66, <i>Scambus</i> sp. 1; 67, <i>Zaglyptus</i> sp. 1; 68, <i>Zatypota</i> sp. 6; 69, <i>Zonopimpla aguilaris</i> ; 70, <i>Zonopimpla carolinae</i> | 80 |

LISTA DE TABELAS E QUADROS

- Tabela 1.** Dados sobre os três pontos de coleta na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP.....31
- Tabela 2.** Abundância e classificação de Palma (1975) das subfamílias com espécimes coletados em cada ponto de altitude na Reserva Biológica Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016. CP = classificação de Palma (1975), C = comum, I = intermediário, R = raro.....39
- Tabela 3.** Índices de Diversidade de Shannon e Equitabilidade. (N) Número total de indivíduos analisados ou tamanho da amostra; (S) Riqueza de subfamílias; (H') Índice de Diversidade de Shannon; (H' máx.) Diversidade máxima; (J) Equitabilidade.....48
- Tabela 4.** Análise de variância (ANOVA) das subfamílias de Ichneumonidae representadas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. (gl) Graus de liberdade; (SQ) Soma dos quadrados; (MQ) Quadrado médio; (F) Fração do MQtratamento pelo MQresíduos; (P) Probabilidade; (F crítico) Valor crítico.....49
- Tabela 5.** Número total de espécimes coletados, razão sexual e classificação de Palma (1975) dos Pimplinae de 18 gêneros representados nas amostragens por armadilhas Malaise em A1 (896 m), A2 (1082 m) e A3 (1190 m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil durante o período de outubro de 2015 a outubro de 2016. CP = classificação de Palma (1975), C = comum, I = intermediário, R = raro.....52
- Tabela 6.** Índices de Diversidade de Shannon e Equitabilidade. (N) Número total de indivíduos analisados ou tamanho da amostra; (S) Riqueza de gêneros; (H') Índice de Diversidade de Shannon; (H'max) Diversidade máxima; (J) Equitabilidade.....58
- Tabela 7.** Análise de variância (ANOVA) para os gêneros de Pimplinae obtidos na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. (gl) Graus de liberdade; (SQ) Soma dos quadrados; (MQ) Quadrado

médio; (F) Fração do MQtratamento pelo MQresíduos; (P) Probabilidade; (F crítico)
Valor crítico.....60

Tabela 8. Espécies de Pimplinae com suas respectivas frequências de ocorrência (N) nas três diferentes altitudes (A1 - 896 m, A2 – 1.082 m, A3 – 1.190 m) e razão sexual coletadas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016.....62

Quadro 1. Subfamílias de Ichneumonidae representadas no estudo com respectivos tipos de desenvolvimento, estratégia de oviposição e grupos de hospedeiros utilizados.....46

Quadro 2. Gêneros de Pimplinae com respectivos tipos de desenvolvimento, estratégia de oviposição e grupos de hospedeiros utilizados.....57

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 BIODIVERSIDADE | 16 |
| 1.2 ORDEM HYMENOPTERA | 17 |
| 1.3 ICHNEUMONOIDEA: FAMÍLIA ICHNEUMONIDAE..... | 19 |
| 1.4 GRADIENTE ANÔMALO NA DIVERSIDADE DE ICHNEUMONIDAE | 21 |
| 1.5 SUBFAMÍLIA PIMPLINAE | 24 |
| 2. OBJETIVOS | 26 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 27 |
| 3.1 MATA ATLÂNTICA | 27 |
| 3.2 MONTANHAS..... | 28 |
| 3.3 LOCAL DE COLETA | 29 |
| 3.4 OBTENÇÃO DO MATERIAL | 31 |
| 3.5 IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL | 32 |
| 3.6 ANÁLISE DE DADOS | 34 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 4.1 ICHNEUMONIDAE | 36 |
| 4.1.1 Abundância e riqueza..... | 36 |
| 4.1.2 Diversidade, Equitabilidade e Similaridade | 48 |
| 4.2 PIMPLINAE | 51 |
| 4.2.1 Abundância e riqueza..... | 51 |
| 4.2.2 Diversidade, Equitabilidade e Similaridade | 58 |
| 4.2.3 Espécies..... | 60 |
| 4.2.4 Descrição das novas espécies..... | 64 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 74 |
| ANEXO – PRANCHAS | 76 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 81 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 Biodiversidade

A palavra “biodiversidade” originou-se da contração da expressão “biological diversity” ou “diversidade biológica” (WILSON & PETER, 1988) e foi adotada por Huston (1994) englobando todos os níveis de variação natural, do nível molecular e genético até o nível de espécies. O conceito de biodiversidade é bastante complexo, e inclui diferentes componentes da diversidade dentro das espécies, entre espécies e de ecossistemas. Deste modo, sua definição seria uma estimativa da variação biótica com propostas de medidas de diversidade considerando um ou mais dos seus componentes.

Magurran (1988) afirmou que a diversidade pode ser medida pelo número de espécies, pela descrição da distribuição da abundância relativa das espécies, ou por uma combinação desses dois componentes. Ricklefs (1990) declarou que a diversidade expressa o número de espécies em uma área ou região; a variedade de organismos dentro de uma região, proveniente da substituição de espécies entre habitats e representa uma medida da variedade de espécies em uma comunidade considerando a abundância relativa de cada espécie. Hurlbert (1971) adotou o conceito de diversidade como uma medida empírica, calculada diretamente da observação da abundância relativa das espécies de uma amostra.

O conceito de biodiversidade é bastante recente, apesar da percepção da variedade de formas de vida ser tão antiga como a própria autoconsciência da espécie humana (MAYR, 1998). O conhecimento da diversidade da vida veio juntamente com a preocupação com a sua conservação, devido à destruição de habitat e com a extinção acelerada de espécies (WILSON, 1997). A crescente exploração do meio ambiente pelo homem gera consequências comprometedoras sobre a composição e a estrutura dos ecossistemas. A Mata Atlântica é um exemplo deste fato, apresentando alta influência antrópica e um dos mais importantes *hotspots* para as ações prioritárias de conservação (MYERS *et al.*, 2000).

Nos trópicos são encontrados dois terços da biodiversidade mundial e 37% estão na América Tropical (CABRAL, 2007). O Brasil é considerado um dos países de maior biodiversidade no mundo, com estimativa de 10% a 20% das espécies descritas no

planeta. Nas regiões tropicais são encontradas áreas de endemismo, as quais são a base para a construção de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da sua biota. Abriga um conjunto de espécies únicas que devem ser priorizadas em programas de conservação. No entanto, o conhecimento da biota nas regiões tropicais ainda é menos explorado quando comparado à biota das regiões temperadas.

Atualmente, os pesquisadores têm utilizado espécies de invertebrados como indicadores de biodiversidade, pois são grupos altamente diversificados, facilmente coletados e trazem resultados em um breve período de tempo. Além disso, apresentam um papel inerente na integração e funcionamento das comunidades (NEW, 1995). Samways (1994) afirmou que 55% das espécies de insetos do planeta ocorrem em florestas tropicais. Portanto, entender o papel das espécies e a relação entre elas, assim como conhecimento da distribuição da riqueza de espécies e da taxonomia podem permitir melhor compreensão da diversidade e a importância de preservá-la.

1.2 Ordem Hymenoptera

Insecta é considerada a maior Classe do Filo Arthropoda e um componente importante dos ecossistemas. Os insetos apresentam a maior biomassa, maior variabilidade genética e o maior número de interações bióticas entre os animais metazoários nos ecossistemas terrestres (JANZEN, 1987; SAMWAYS, 1994). São representados por mais da metade de todos os organismos vivos descritos (LASALLE & GAULD, 1993).

Dentro do Filo Arthropoda, Hymenoptera é considerada a segunda maior Ordem com mais de 130.000 espécies descritas (GORDON, 2008), podendo se igualar aos Coleoptera como a Ordem mais rica, visto que muitos himenópteros ainda não foram descritos (VILHELMSSEN, 2001). Na região Neotropical, cerca de 160.000 espécies são estimadas. Suas espécies podem ser herbívoras, onívoras, predadoras, polinizadoras e parasitoides.

Os himenópteros estão divididos nos grupos Symphyta e Apocrita. Os Symphyta constituem uma linhagem mais basal por apresentarem um hábito alimentar ancestral fitófago (exceto Orussidae). São caracterizados morfologicamente por não possuírem

uma constrição no abdômen, o ovipositor é comprimido lateralmente lembrando uma serra para perfurar tecidos vegetais, além das larvas apresentarem patas falsas sem garras lembrando as lagartas de lepidópteros. Apocrita é o grupo com mais espécies conhecidas da Ordem e são caracterizados por possuírem uma “cintura” ou constrição entre o primeiro (propódeo) e segundo segmento do abdômen para promover maior articulação durante a oviposição, e as larvas são vermiformes. Apocrita ainda é subdividido em Parasitica (vespas parasitoides) que apresentam um ovipositor e Aculeata (vespas, abelhas e formigas), cujo ovipositor em sua maioria foi modificado em ferrão.

Dentre as espécies entomófilas, cerca de 50% têm hábitos alimentares estritamente parasitoides, 25% são apenas predadores e outros 25% predadores e parasitoides (CLAUSEN, 1940). Aqueles organismos, portanto, que possuem um estilo de vida parasitoide se tornaram excepcionalmente bem-sucedidos (GAULD *et al.*, 2002; HAMILTON *et al.*, 2010). Os himenópteros parasitoides são aqueles cujas larvas se desenvolvem alimentando-se de outros artrópodos, o que resulta na morte do hospedeiro (GODFRAY, 1994). Ocorrem somente entre os insetos holometábolos (exceto Megaloptera e Siphonaptera), sugerindo um hábito de vida mais recente, enquanto espécies predadoras são encontradas em quase todas as ordens de insetos (GAULD & BOLTON, 1988).

De acordo com o desenvolvimento larval, os parasitoides podem ser classificados em ecto- ou endoparasitoides. O primeiro desenvolve-se externamente ao hospedeiro, alimentando por meio de lesões no tegumento e são associados a hospedeiros que se encontram em lugares ocultos (condição primitiva para Ichneumonoidea (e Aculeata)). O segundo desenvolve-se alimentando dentro do seu hospedeiro (apresenta uma condição mais vantajosa), porém pode estar sujeito às ações do sistema imunodefensivo daquele.

Os parasitoides apresentam duas estratégias de oviposição: a cenobiose e idiobiose. Os idiobiontes não permitem que seus hospedeiros se desenvolvam após a oviposição. Estes geralmente parasitam formas imaturas de Lepidoptera, Diptera ou Coleoptera que se encontram em locais ocultos (difícilmente parasitam ovos individuais). As fêmeas idiobiontes possuem um ovipositor especializado para perfurar o substrato em que o hospedeiro se encontra e injetam um veneno que o paralisa,

chegando à morte. Fisiologicamente, esses insetos são poucos exigentes, condição adquirida pelo modo generalista.

Para os cenobiontes, a oviposição é realizada no hospedeiro que é paralisado temporariamente, continuando a se desenvolver e a se alimentar. Os hospedeiros geralmente são ovos ou estágios larvais iniciais mais acessíveis e, após a oviposição, as larvas se desenvolvem dentro do hospedeiro, consumindo-o. O veneno que a fêmea cenobionte injeta contribui para assegurar o desenvolvimento larval do parasitoide, já que a secreção tem um efeito temporário. Ao contrário do idiobionte, esse modo de vida especializado é fisiologicamente mais exigente, se adaptando às várias defesas que o hospedeiro possui (SALT, 1968). Sendo assim, a maior parte dos endoparasitoides são cenobiontes (especialistas) e os ectoparasitoides são idiobiontes (generalistas).

Sabe-se que os parasitoides desempenham um papel fundamental nas interações tróficas e na dinâmica da rede alimentar, pois regulam as densidades populacionais de seus hospedeiros. Do mesmo modo, sua especialização com os hospedeiros adequados os torna também vulneráveis caso a disponibilidade de hospedeiros diminua significativamente (HANCE *et al.*, 2007; SHAW & HOCHBERG, 2001). Essa relação parasitoide-hospedeiro, do ponto de vista econômico, tem fornecido um importante serviço ecossistêmico de controle biológico na agricultura e silvicultura, visto que os parasitoides são amplamente utilizados no controle de pragas (HERATY, 2009). Além disso, por apresentarem um grande potencial como bioindicadores, os himenópteros parasitoides são também utilizados em programas de monitoramento ambiental uma vez que são abundantes, diversos, dominantes e são facilmente amostrados.

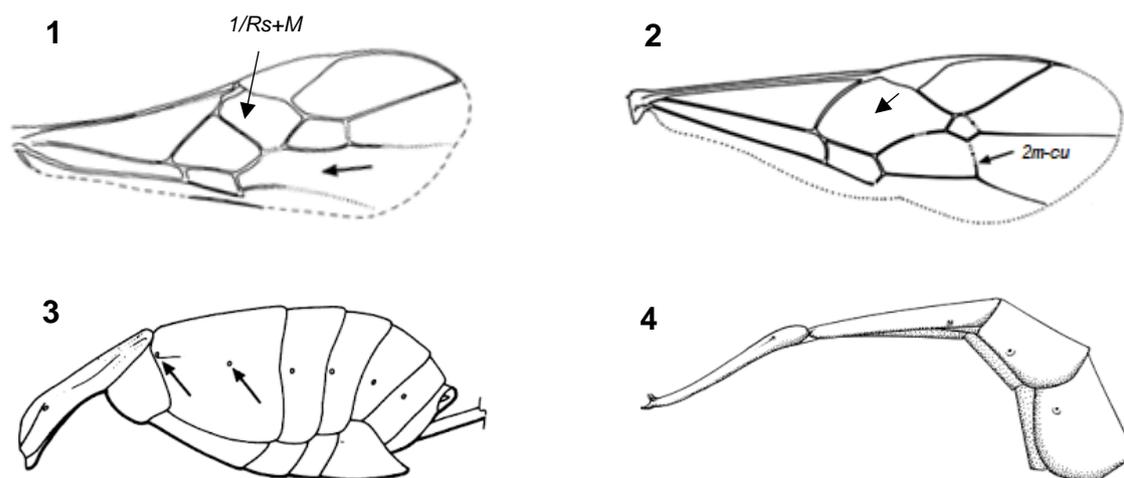
1.3 Ichneumonoidea: Família Ichneumonidae

Dentre os Hymenoptera, os Ichneumonoidea estão entre as superfamílias neotropicais mais diversas, com mais de 47.000 espécies conhecidas (YU *et al.*, 2016). Parasitam principalmente larvas e pupas de insetos holometábolos, porém alguns grupos podem parasitar adultos e ootecas de Arachnida.

A superfamília Ichneumonoidea apresenta duas grandes famílias: Ichneumonidae e Braconidae. Braconidae é a segunda maior família de Hymenoptera com cerca de 40.000 espécies estimadas no mundo todo. São parasitoides primários de insetos endopterigota (como os Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera fitófagos) e exopterigota (como os Hemiptera) (GAULD & BOLTON, 1996). Normalmente estão associados a apenas um hospedeiro (MATTHEWS, 1984) e solitários, apesar do gregarismo também ser observado em poucos gêneros ectoparasitoides e em muitas subfamílias cenobiontes. Estas espécies são cosmopolitas, sem preferência aparente pelas regiões tropicais ou temperadas ou por habitats úmidos ou áridos (SHARKEY, 1993).

A Família Ichneumonidae se constitui em um dos maiores grupos de todos os animais, inclusive Vertebrata, com possível exceção dos Curculionidae (JANZEN, 1981). É a maior família dos Hymenoptera com 44 subfamílias (YU *et al.*, 2016), apesar deste número ser frequentemente questionado. Apresentam cerca de 1.600 gêneros, 465 destes ocorrem na região Neotropical (PALACIO & WAHL, 2006; YU *et al.*, 2016). Estima-se mais de 100.000 espécies distribuídas pelo mundo (GAULD *et al.*, 2002), 4.419 espécies são descritas na região Neotropical e 955 destas espécies no Brasil (YU *et al.*, 2016). São parasitoides de larvas e pupas de insetos holometábolos como Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera, e outros artrópodes como as aranhas (GAULD, 1997; HANSON & GAULD, 1995). Os Ichneumonidae são geralmente parasitoides solitários primários, porém pode ocorrer hiperparasitoidismo, ou seja, ocorre quando o hiperparasitoide (parasitoide secundário) se desenvolve em um parasitoide primário. Os adultos são ativos e muitos deles possuem grande eficiência na localização dos seus hospedeiros (GAULD, 1991).

Ichneumonidae difere dos Braconidae principalmente pela nervação da asa anterior (presença da nervura *2m-cu* e ausência da *1/Rs+M*), além de não apresentar uma junção rígida no segundo e terceiro tergitos metassomais (FERNANDÉZ & SHARKEY, 2006) (Figuras 1-4). O tamanho corporal dos Ichneumonidae pode variar de 3 a 40 mm, possuem coloração diversificada (geralmente amarela e negra), antenas longas atingindo a metade do tamanho do corpo e o ovipositor das fêmeas, na maioria das vezes, projeta-se além do ápice do metassoma.



Figuras 1-4. Morfologia da asa anterior e metassoma de Ichneumonoidea. 1, Asa anterior de Braconidae; 2, Asa anterior de Ichneumonidae; 3, Tergos 2 e 3 fundidos de Braconidae; 4, Tergos 2 e 3 de Ichneumonidae. **Fonte:** FERNÁNDEZ & SHARKEY, 2006.

Em relação à importância econômica, esses parasitoides também são utilizados no controle biológico. Ichneumonidae, por exemplo, são utilizados no controle de Symphyta (GAULD & BOLTON, 1996). As espécies de Campopleginae, Cremastinae, Ichneumoninae, Ophioninae e Pimplinae são utilizadas no controle de larvas de lepidópteros na América Central (GAULD & SHAW, 1995).

1.4 Gradiente anômalo na diversidade de Ichneumonidae

Apesar da ampla diversidade de Ichneumonidae, essa família tem merecido bastante atenção dos ecologistas devido ao seu padrão anômalo de distribuição latitudinal nos trópicos. A riqueza de espécies aumenta com a diminuição da latitude e esse tipo de comportamento anômalo na riqueza de Ichneumonidae é interessante, já que os principais hospedeiros de Ichneumonidae são insetos fitófagos e que apresentam maior riqueza em espécies em latitudes tropicais do que em temperadas (ERWIN *et al.*, 2005; HÖFER & BRESCOVIT, 2001; KOUKI *et al.*, 1994; ROBBINS & OPLER, 1997). Alguns estudos levaram a especulações sobre a verdadeira natureza desse gradiente latitudinal para a família, podendo estar relacionado ao seu modo de vida.

Segundo Gauld (1987) e Sääksjärvi *et al.* (2004), algumas espécies idiobiontes e cenobiontes noturnas foram encontradas em sua maioria em áreas tropicais. Algumas hipóteses que explicam a baixa diversidade de Ichneumonidae cenobiontes

(especialistas) nos trópicos são: Fragmentação de recursos (JANZEN & POND, 1975; JANZEN, 1981), há baixa densidade populacional de hospedeiros nos trópicos, portanto, os parasitoides são mais generalistas (idiobiontes); Predação em hospedeiros (RATHCKE & PRICE, 1976), a mortalidade juvenil de cenobiontes que parasitam larvas herbívoras expostas é maior nos trópicos, pois a predação de hospedeiros é maior; Predação em parasitoides (GAULD, 1987), devido à baixa densidade populacional de hospedeiros nos trópicos, os cenobiontes passam mais tempo em busca de hospedeiros, sendo expostos à predação; Competição interfilética (EGGLETON & GASTON, 1990), a diversidade de outros parasitoides é maior nos trópicos, o que causa maior competição por hospedeiro e resulta na baixa diversidade de parasitoides; Hospedeiro desagradável (GAULD *et al.*, 1992; GAULD & GASTON, 1994), os herbívoros obtêm produtos químicos secundários das plantas (sendo mais tóxicas em regiões tropicais) e, os parasitoides cenobiontes que atacam esses hospedeiros expostos ou quimicamente bem protegidos são mais afetados pelas substâncias químicas.

Ainda que o padrão de riqueza de espécies em gradiente latitudinal seja o mais reconhecido (HAWKINS, 2001; WALLACE, 1878), outros padrões altitudinais e bentônicos têm sido estudados. Espera-se que as espécies apresentem maior riqueza com a diminuição da latitude, altitude e profundidade. No entanto, muitos grupos de organismos não seguem essa tendência. Esse padrão anômalo de riqueza nos indica que também existe uma forte influência de diversos fatores climáticos, ecológicos, de processos evolutivos a serem compreendidos. Atualmente, os gradientes altitudinais têm sido considerados excelentes laboratórios para experimentos em ecologia e biogeografia (KÖRNER, 2007; MALHI *et al.*, 2010). Avaliar medidas como o *turnover* de espécies (proporção de uma comunidade que se altera em relação a uma outra), é uma ferramenta que ajuda a compreender os padrões e processos da biodiversidade: ter um elevado *turnover* de espécies indica que as assembléias de duas localidades são distintas, enquanto que baixo *turnover* indica similaridade.

Ao longo do gradiente altitudinal, um elevado *turnover* de espécies, contribui para alta taxa de endemismo. Um exemplo são os Andes, que estão entre os *hotspots* da biodiversidade ao apresentarem alta taxa de endemismo de espécies (MYERS *et al.*, 2000). Nesses ambientes, o conjunto de diferenças ecológicas é mais pronunciado e característico, e o grau de severidade das condições ambientais, podem promover um

alto grau de especialização das comunidades locais. Nos ambientes de altitude, as diferenças entre a planície e o topo são perceptíveis, como por exemplo, temperaturas mais amenas e mudança gradativa do tipo de vegetação. As variações de altitude condicionam mudanças em uma série de variáveis, como pressão atmosférica, temperatura, umidade e radiação solar. O clima pode variar gradativamente, formando zonas de microclima, da mesma forma que ocorre com a vegetação.

O conhecimento sobre a diversidade e distribuição dessas espécies é relativamente recente nas regiões neotropicais (OWEN & OWEN, 1974), o que também pode indicar que as espécies de Ichneumonidae são menos ricas nesses ambientes. Townes & Townes (1966), por exemplo, já haviam relatado sobre esse padrão e o conhecimento das espécies descritas naquela época compreendia cerca de apenas 10% da riqueza total da fauna neotropical de Ichneumonidae. Algumas pesquisas têm apontado que em regiões tropicais e temperadas são igualmente ricas em espécies. Um exemplo de estudo realizado por Owen & Owen (1974), não houve nenhuma diferença significativa na riqueza de espécies de Ichneumonidae entre os locais de Serra Leoa (9° N) e Inglaterra (53° N). Portanto, há pouco conhecimento sobre essa família para indicar quaisquer tendências nos padrões de riqueza dessas espécies, tornando-se este estudo de extrema necessidade.

Outro fator limitante é a escassez de taxonomistas. A fauna de Ichneumonidae da Costa Rica é um bom ponto de partida para a identificação morfológica das espécies neotropicais. No entanto, as revisões não abrangem todas as subfamílias e muitas espécies não são encontradas naquele país (GAULD 1988, 1991, 1997; GAULD *et al.* 1998, 2002). Os estudos têm usado identificações em gêneros e posteriormente em “morfoespécies”, que são grupos hipotéticos de espécies com base em suas características externas sem formalmente designar os espécimes em espécies (BROAD *et al.*, 2011; KHALAIM *et al.*, 2012; PALACIO *et al.*, 2007; SÄÄKSJÄRVI *et al.*, 2003). Além da formidável tarefa de se descrever as espécies, há outras igualmente importantes, como propor as relações filogenéticas dos grupos. Isso requer a compreensão da fauna mundial, o entendimento dos padrões biogeográficos e compreender a história natural dos grupos.

Nesse contexto, os himenópteros parasitoides são um grupo chave, pois são megadiversos, estão no topo de todas as interações tróficas, ocorrem em todos os

ambientes, são eficientes indicadores biológicos e seguramente representam grande parte da diversidade de outros grupos de organismos aos quais estão associados. Contudo, os ecossistemas de altitude ainda não têm sido incorporados como meta. Martinelli (2007) argumentou sobre a superficialidade com que são tratados os ecossistemas de montanha brasileiros pelos programas de biodiversidade, e que deveria haver mais esforços por parte da pesquisa em biodiversidade no Brasil, priorizando o estudo de áreas de alta altitude, áreas com alto potencial de endemismo e baixo índice de estudo. Sendo assim, diante de todas as mudanças globais e das lacunas em pesquisas precedentes, entender essa dinâmica é uma tarefa intrigante que auxilia o conjunto de variáveis que define a biodiversidade. Os Ichneumonidae são um bom exemplo a ser estudado, já que são extremamente ricos em espécies e uma referência clássica de gradiente latente anômalo dessa riqueza.

1.5 Subfamília Pimplinae

A subfamília Pimplinae provavelmente surgiu nas regiões temperadas do Norte (WAHL & GAULD, 1998). Consiste no grupo mais primitivo de Ichneumonidae (GAULD *et al.*, 2002), apresentando cerca de 1.700 espécies descritas e 77 gêneros em todo o mundo (YU *et al.*, 2016). No Brasil, existem 25 gêneros e 93 espécies registradas (FERNANDES *et al.*, 2015). Biologicamente é o grupo mais diverso e está associado a pouca especialização no tipo de hospedeiro e parasitoidismo, representado por estratégias tanto idiobiontes ou cenobiontes como ecto ou endoparasitoides (GAULD, 1991). Lepidoptera, ootecas e adultos de aranhas são os principais hospedeiros desse grupo (GAULD & BOLTON, 1988).

As espécies de Pimplinae possuem características diagnósticas como: tergito 1 do metassoma geralmente curto e largo com o espiráculo situado ao meio ou na região anterior do segmento; a nervura *2m-cu* da asa anterior com duas bulas (áreas transparentes); garras tarsais bastante grandes, nunca pectinadas (fêmeas possuem também um lóbulo basal); metassoma deprimido dorsoventralmente com tergitos 2-4 geralmente com depressões lateromediais (GAULD, 1991; GAULD *et al.*, 1998; HANSON & GAULD, 2006) (Figuras 5 a 7).



Figuras 5-7. Características morfológicas de Pimplinae. 5, tergito 1 mostrando o espiráculo na região anterior do segmento; 6, asa anterior indicando 2 bulas na veia *2m-cu*; 7, garras tarsais não pectinadas.

Pimplinae é considerada uma subfamília monofilética (GAULD *et al.*, 2002) dividida em três tribos que, embora haja controvérsias entre especialistas, são monofileticamente aceitas: Delomeristini, Pimplini, Ephialtini (GAULD *et al.*, 2002). A primeira tribo é muito pequena que ocorre na região Holártica, e as duas últimas cosmopolitas, ocorrem principalmente na região Neotropical (HANSON & GAULD, 2006). As espécies mais primitivas são ectoparasitoides idiobiontes de estágios imaturos de outros insetos pouco escondidos na vegetação (FITTON *et al.*, 1988; SALT, 1931; STUART, 1957). O hospedeiro é picado pela fêmea parasitoide através do ovipositor, injetando uma secreção venenosa que pode o levar à morte (TOGASHI, 1963). Esta estratégia tem sido utilizada pelos parasitoides de hospedeiros com pupas de espessura muito fina. Já outros se desenvolveram em parasitoides de pupas com cutícula mais espessa, levando-o ao endoparasitoidismo, uma vez que este se beneficia da própria cutícula do hospedeiro para se proteger de predadores e fatores extrínsecos (GAULD, 1991).

A tribo Pimplini constitui de 736 espécies descritas e 46 destas no Brasil (YU *et al.*, 2016). É considerada cosmopolita dividida em três grupos de gênero: *Theronia*, *Xanthopimpla* e *Pimpla* (GAULD, 1991). Nos neotrópicos, as espécies de *Neotheronia* e *Pimpla* são encontradas com frequência e correspondem a mais de 60% dos espécimes de Pimplinae nas coleções (GAULD, 1991). A tribo Ephialtini contém 963 espécies descritas e dessas, 48 foram registradas no Brasil (YU *et al.*, 2016). A tribo é dividida em quatro grupos de gênero: *Ephialtes*, *Camptotypus*, *Tromatobia* e *Polysphincta*. Este último é um grupo monofilético (GAULD & DUBOIS, 2006) e são ectoparasitoides cenobiontes exclusivos de aranhas (DUBOIS *et al.*, 2002). A tribo

Delomeristini é representada por 3 gêneros e 37 espécies no mundo (YU *et al.*, 2016). São parasitoides de Hymenoptera e Coleoptera: *Delomerista* ataca hospedeiros em casulos de cutícula grossa e as espécies de outros dois gêneros ovipositam em tecido vegetal onde os hospedeiros se encontram ocultos (GAULD *et al.*, 2002).

São poucos os estudos da diversidade de Pimplinae no Brasil e os principais dados restringem-se às regiões sudeste e sul do país: nos estados de Minas Gerais e São Paulo com trabalhos de Kumagai (2002), Loffredo (2008), Loffredo & Pentead-Dias (2008a,b), Tanque (2013) e Tanque & Frieiro-Costa (2011), e no estado do Paraná com trabalhos de Kumagai & Graf (2000, 2002) e Graf & Kumagai (1997).

2. OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo contribuir para a compreensão da fauna Ichneumonidae nos trópicos, da composição e da função dos ambientes de altitude neotropicais, além de fornecer subsídios para o manejo e conservação dessas áreas e somar esforços aos programas de mitigação de impactos de ordem climática.

Os objetivos específicos do projeto foram:

- a) Ampliar o conhecimento taxonômico dos Ichneumonidae neotropicais, em especial dos Pimplinae em área de preservação da região sudeste do Brasil;
- b) Elaborar chaves de identificação para as espécies novas encontradas;
- c) Ampliar o acervo de coleção entomológica em processo de informatização e disponível para acesso;
- d) Avaliar a distribuição espacial e temporal dos táxons estudados, indicando prováveis áreas de endemismos para alguns táxons;
- e) Divulgar os resultados obtidos em revistas especializadas, sites da Internet e em eventos científicos;
- f) Fornecer subsídios para compor as informações dos planos de manejo das áreas incluídas no estudo.

A partir dos objetivos propostos foram enunciadas as hipóteses:

- I. Nas montanhas, a Relação Espécie-Área (*SAR*) prevê que regiões do gradiente altitudinal que cobrem uma área maior, por exemplo, a base da

montanha, devem abrigar mais espécies do que as regiões que abrangem áreas menores, como topos de montanha (ROSENZWEIG, 1995). Assim, o padrão de riqueza e diversidade de espécies de Ichneumonidae decrescerá com o aumento da elevação, podendo apresentar picos nas altitudes médias (COLWELL *et al.*, 2004)?

- II. Em cada faixa altitudinal ocorrem diferenças na composição da fauna e flora, como também nos fatores climáticos. Existe um elevado *turnover* de espécies de Ichneumonidae num gradiente altitudinal indicando a presença de espécies exclusivas para cada ambiente?
- III. A fauna neotropical de Ichneumonidae é sub-amostrada e deve ser muito ampliada, revelando novos táxons para a Ciência, incluindo novos dados de interações biológicas das espécies entre si e com o ambiente, o que poderá revelar bons bioindicadores da qualidade dos ambientes amostrados. Dentro dos grupos amostrados há espécies novas para serem descritas no ambiente estudado?

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Mata Atlântica

Originalmente sua denominação refere-se ao fato de acompanhar todo o litoral brasileiro, apesar da Mata Atlântica se interiorizar até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul. Sua cobertura atingia 1,5 milhões de km² com 92% desta no Brasil (GALINDO LEAL & CÂMARA, 2003); e apresenta um complexo conjunto de ecossistemas formado por Floresta Estacional Semidecidual, Estacional Decidual, Campos de Altitude, além de ecossistemas associados como manguezais, restingas, brejos, interioranos e ilhas oceânicas (MONTEIRO, 2003).

A Mata Atlântica é considerada a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano (TABARELLI *et al.*, 2005), e um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade abrigando mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (MYERS *et al.*, 2000). Entretanto, com a ocupação humana nessa região, atualmente são encontradas em remanescentes florestais e

alguns grandes blocos de floresta contínua resistentes nas regiões sul e sudeste do Brasil e nordeste da Argentina (MONTEIRO, 2003).

Nos últimos anos, a floresta perdeu mais de 93% de sua área (MYERS *et al.*, 2000) e menos de 100.000 km² de vegetação remanescente. Muitas espécies estão sendo consideradas ameaçadas de extinção em consequência da perda de cobertura vegetal (BERNARDES *et al.*, 1990). Com o processo de aceleração de atividades humanas como a exploração de recursos florestais (madeira, frutos, lenha, caça) e a exploração da terra (pasto, agricultura e silvicultura) faz-se necessário o conhecimento da sua biodiversidade local para medidas de conservação.

3.2 Montanhas

As montanhas ocupam aproximadamente um quinto da superfície terrestre, e são componentes importantes na manutenção da vida na Terra. Um terço da diversidade de plantas terrestres e a presença de água suficiente para abastecer metade da população humana se encontram nelas (KÖRNER, 2007), mas devido às ações antrópicas e mudanças climáticas, encontram-se ameaçadas.

Os ecossistemas de montanha não apresentam um padrão, pois refletem em suas características as particularidades de cada região. Seu potencial de endemismo é muito elevado devido ao seu histórico de mudanças e processos evolutivos que ocorreram no espaço e no tempo, favorecendo uma série de fenômenos como a especiação. As características biológicas das montanhas neotropicais são muito influenciadas pelos eventos geológicos passados (Glaciações do Pleistoceno) (MARTINELLI, 2007).

No caso dos insetos, que são um grupo de ocorrência ubíqua, bem como o mais diverso dos organismos, nem todos que ocorrem em ambientes de montanhas devem ser classificados como tipicamente de alta altitude, considerando que espécies típicas de planícies podem ser encontradas em altas altitudes. Entretanto, grupos de insetos autóctones, altamente especializados podem ser encontrados em uma zona de elevação acima de 2.000 - 2.500 metros (MANI, 1970). A altitude, por meio de sua influência nas diversas variáveis ambientais, exerce pressão seletiva em uma série de características, induzindo respostas adaptativas dos insetos (PERILLO, 2011).

Todavia, identificar os grupos de insetos típicos de altas altitudes, demanda um conhecimento de um conjunto de caracteres, não estritamente morfológicos, mas também um conjunto de caracteres resultantes da combinação das adaptações morfológicas e biológicas, que promovem uma íntima relação com os ambientes de alta altitude (MANI, 1970).

3.3 Local de coleta

A Reserva Biológica da Serra do Japi representa uma das últimas grandes áreas de floresta contínua do interior paulista, localizada no município de Jundiá, SP (entre 23°12' - 23°21'S e 46°30'-46°05'W) (Figura 8).



Figura 8. Reserva Biológica da Serra do Japi, localizada no município de Jundiá, São Paulo, Brasil.
Fonte: adaptado de Cardoso-Leite *et al.* (2005).

A Serra do Japi é caracterizada por áreas montanhosas que variam de 700 a 1.300m e de temperaturas médias anuais entre 15,7°C e 19,2°C nas regiões mais altas e baixas, respectivamente. O mês mais frio do ano é julho com temperaturas médias entre 11,8°C e 15,3°C e o mais quente é em janeiro com temperaturas médias entre 18,4°C e 22,2°C (TAVARES, 2003). A precipitação média anual é de aproximadamente 1.600 mm, sendo o período de chuvas mais concentrado entre a primavera e verão (PINTO, 1992).

As diferenças de altitude, temperatura, umidade e solo encontrado na Serra do Japi contribuíram para a formação dos diferentes tipos de vegetação arbórea. As encostas e topos de morros fragilmente implantados funcionam como banco genético de vegetação tropical adaptada às áreas de solos ácidos e de baixa fertilidade natural,

constituindo-se num importante refúgio para a fauna remanescente dos planaltos cristalinos interiores do Estado de São Paulo.

Nas regiões mais baixas (20 - 70 m), a formação é típica de uma floresta úmida, com estrato arbóreo caracterizado por árvores espaçadas de até 30 m de altura e com diâmetro geralmente superior a 20 cm. Nas altitudes intermediárias (700 - 900 m) são constituídas por floresta mesófila estacional semidecídua; e as mais altas (900 - 1.300 m) apresentam uma floresta mesófila estacional semidecídua de altitude (“mata de altitude”), ou seja, com uma vegetação adensada e gradativa de floresta seca e baixa (RODRIGUES, 1986).

O território da serra, com aproximadamente 350 Km², vem sofrendo ações da atividade humana há pelo menos três séculos, com a exploração de madeiras, tentativa de utilização agrícola e mineração, frequentemente desencadeando ações degenerativas sobre o ambiente local, como derrubadas de matas, incêndios florestais, queimadas, movimentações de terra e rocha e processos erosivos.

A cobertura vegetal, decorrente dessas ações, é formada por reflorestamentos, principalmente pinus e eucaliptos, pastagens e pequenas porções de culturas agrícolas. As matas naturais aparecem cobrindo a maior porção, tendo sido, em boa parte, fortemente modificada em função de incêndios e extrativismo florestal, diminuindo sensivelmente a ocorrência de floresta primária, dando espaço para as matas secundárias, não menos importantes.

A Serra abriga inúmeras árvores como aroeiras, araticuns, perobas, guatambus, jacarandás, ipês, paineira, pata-de-vaca, cássias, copaíba, jatobás, guapuruvú, embaúbas, capixigui, cambará, andiras, canelas, jacarandás, quaresmeiras, manacá da serra, canjerana, cedro, ingá, angicos, pau-jacaré, chico-pires, pitanga, uvaia, araçás, sete-capote, goiabeira, jerivá, palmito, açoita-cavalo, candeia e inúmeras outras. São mais de trezentas espécies observadas até hoje e também um grande número de arbustos, herbáceas, samambaias e musgos (LEITÃO-FILHO, 1992).

3.4 Obtenção do material

O material foi obtido por armadilhas Malaise no período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), viabilizando a disponibilidade de distribuição anual em três diferentes pontos de altitude (Tabela 1):

Tabela 1. Dados sobre os três pontos de coleta na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

| Altitude 1 (A1) | Altitude 2 (A2) | Altitude 3 (A3) |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 896 m | 1.082 m | 1.190 m |
| S 23°13'47" | S 23°14'32" | S 23°13'56" |
| W 46°55'23" | W 46°56'10" | W 46°56'29" |

Os Ichneumonidae ocorrem em todos os habitats e são facilmente coletados por armadilhas Malaise utilizadas para esse trabalho:

- **Armadilhas Malaise** (modelo TOWNES, 1972a) (Figura 9): estas armadilhas são de coleta permanente, sendo um dos métodos mais eficientes para a coleta de Hymenoptera, assim como de vários outros grupos de insetos, como Diptera e muitos Homoptera (HANSON & GAULD, 1995). O modelo de armadilha proposto por Malaise (1937) constitui-se de uma estrutura semelhante a uma tenda de rede fina. Em geral, insetos voadores têm seu vôo interceptado, pois colidem com o tecido da armadilha, o qual é fino e resistente. Os insetos, na tendência natural de subir na tentativa de escapar, acumulam-se no topo da tenda, caindo no frasco coletor contendo solução de álcool a 80%. A armadilha compõe-se basicamente de um esqueleto de sustentação, peças de tecido fino de cor preta, formando paredes verticais nas partes posterior, anterior e inferior, e tecido branco na parte superior, onde se encaixa o frasco coletor. A armadilha deve ser instalada em local pouco perturbado pelo movimento do homem, por ações anteriores ou a serem desenvolvidas durante o período da coleta e, o maior eixo da armadilha colocado paralelo ao sentido Norte-Sul, perpendicular à trilha existente na mata, com o frasco coletor voltado para o Norte.



Figura 9. Armadilha Malaise utilizada para as coletas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

Posteriormente, os insetos foram transferidos para o recipiente de plástico contendo álcool 100%, devidamente rotulados e mantidos em freezers. Para cada altitude foi analisado o material coletado por uma armadilha Malaise, totalizando 27 coletas.

3.5 Identificação do material

Em laboratório, a triagem do material coletado foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, separando-se os Hymenoptera dos demais insetos e, em seguida, os parasitoides. A identificação dos espécimes foi realizada utilizando bibliografia básica de Gauld (1991) e Gauld *et al.* (1998) para a fauna Neotropical, quando possível, em nível de gênero e espécie ou morfoespécie.

A terminologia utilizada para família Ichneumonidae e subfamília Pimplinae (Figuras 10-12), seguiu Gauld *et al.* (1998):

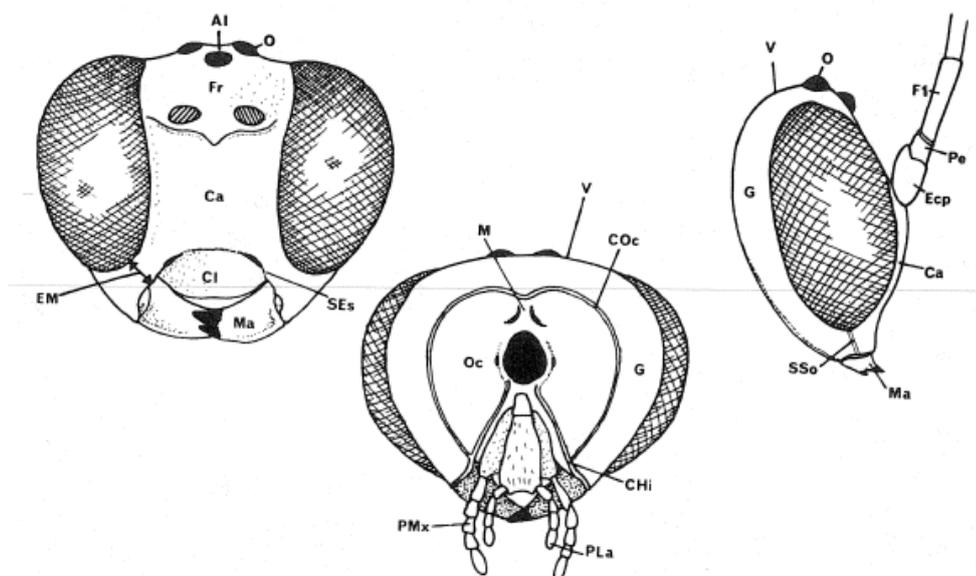


Figura 10. Morfologia da cabeça. AI = área interocelar; Ca = face; CHi = carena hipostomal; Cl = clípeo; COc = carena occipital; Ecp = escapo; EM = espaço malar; F₁ = primeiro segmento do flagelo; Fr = fronte; G = gena; M = muesca; Ma = mandíbula; O = ocelo; Oc = occipício; Pe = pedicelo; PLa = palpo labial; PMx = palpo maxilar; SEs = sulco epistomal; SSo = sulco subocular; V = vértex.

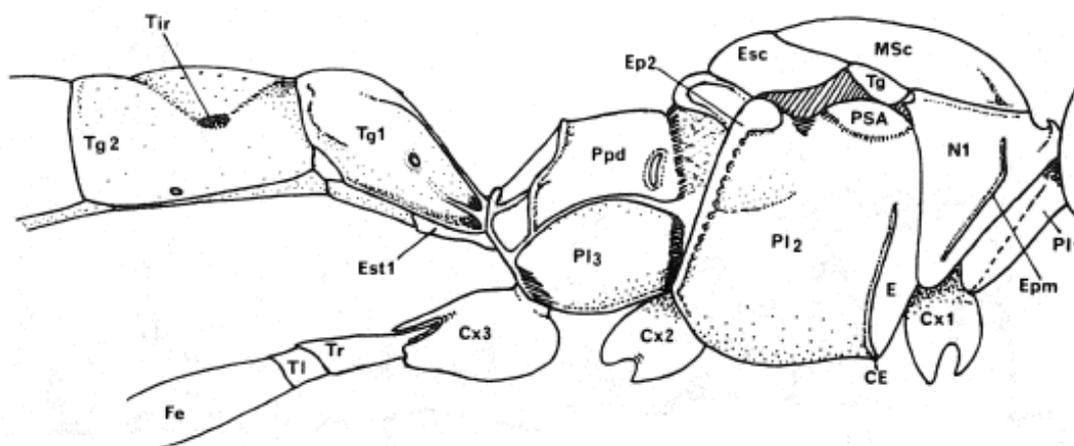
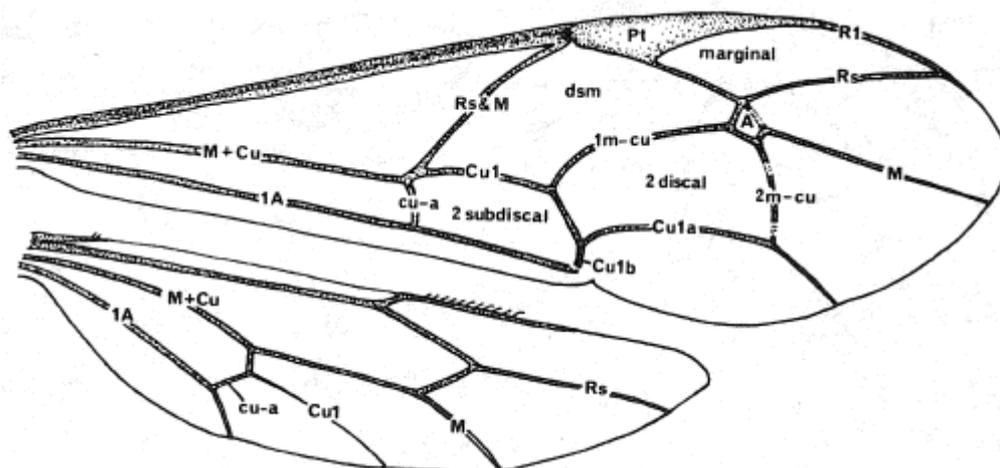


Figura 11. Mesossoma e parte do metassoma. CE = carena epicnemia; Cx₁₋₃ = coxas anteriores, médias e posteriores; E = epicnêmio; Ep₂ = mesepimero; Epm = epomia; Esc = escutelo; Est₁ = esternito I; Fe = fêmur; MSc = mesoscudo; N₁ = pronoto; Pl₁ = propleura; Pl₂ = mesopleura; Pl₃ = metapleura; Ppd = propódeo; PSA = proeminência subalar; Tg = tégula; Tg₁ = tergito I; Tg₂ = tergito II; Tir = tirídia; TI = trocantelo; Tr = trocânter.



Figuras 12. Asas anterior e posterior com nomenclaturas de cada nervura. A = areolete; Pt = pterostigma.

Os adultos foram preservados a seco, em alfinetes entomológicos em ambiente desumidificado e sob ar condicionado. O material coletado foi depositado na Coleção Taxonômica de Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (DCBU).

Os espécimes estudados foram fotografados com estereomicroscópio Leica com camera digital acoplada e com imagens processadas com *Leica Application Suite Version 3.8.0 auto-montage software* para as fotos coloridas.

3.6 Análise de dados

As análises a seguir foram realizadas com auxílio do software PAST (versão 3.20 de 2018) para as subfamílias de Ichneumonidae e gêneros de Pimplinae.

Para analisar a diversidade ecológica (α) dos táxons representados em cada ponto de coleta, foram calculados:

- **Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')** (nats/ind.) (SHANNON & WEAVER, 1949); índice de heterogeneidade mais utilizado; não indica a comunidade “real” e sim da amostra, dando maior peso às espécies raras:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$p_i = n_i/N$$

S = amostra de riqueza

p_i = abundância relativa do táxon i na amostra

n_i = número de indivíduos de um taxon i

N = número de indivíduos na amostra

ln = logaritmo neperiano

- **Índice de Equitabilidade** (PIELOU, 1977); equação derivada do Índice de Shannon, considera que todas as espécies são igualmente abundantes; quando os valores maiores que 0,5 ou 50% indicam boa distribuição dos indivíduos entre as espécies:

$$J = \frac{H'}{H_{\text{máx}}} \times 100 (\%)$$

$$H_{\text{máx}} = \ln S$$

H' = diversidade de Shannon

H máx = diversidade máxima esperada

ln = logaritmo neperiano

S = amostra de riqueza

Para analisar a diferença entre as diversidades dos três pontos de altitudes amostrados, foi realizada a **análise de variância (ANOVA)** (MILONE, 2009).

Para a análise de ocorrência e dominância, foi utilizada a classificação proposta por Palma (1975):

- 1) **Índice de ocorrência** calculado pelo:

$$\frac{\text{Número de amostras em que o táxon foi registrado}}{\text{Número total de amostras em cada altitude de coleta}} \times 100$$

Sendo 0% a 25 % = acidental, 25% a 50% = acessório e 50% a 100% = constante.

- 2) **Índice de dominância** calculado pelo:

$$\frac{\text{Número de indivíduos do táxon}}{\text{Número total de indivíduos de cada altitude}} \times 100$$

Sendo 0% a 2,5% = acidental, 2,5% a 5% = acessório e 5% a 100 % = dominante.

Assim, com a combinação dos dois índices, os táxons foram classificados em comum (constante e dominante), intermediário (constante e acessório, constante e acidental, acessório e acidental, acessório e dominante, acessório e acessório) e raro (acidental e acidental).

Para as análises de similaridade entre os táxons de cada altitude foram utilizados os índices:

- **Bray-Curtis** (quantitativo), leva em conta a abundância de espécies:

$$B = \sum [X_{ij} - X_{jk}] / \sum [X_{ij} + X_{jk}] \quad X_{ij} \text{ e } X_{jk} = \text{número de indivíduos do táxon } i \text{ nas amostras } j \text{ e } k$$

- **Jaccard** (qualitativo), baseado na proporção de espécies comuns nas 2 amostras:

$$S_j = a / (a + b + c)$$

a = número de espécies encontrados em ambos os locais (A e B);

b = número de espécies no local B, mas não em A;

c = número de espécies no local A, mas não em B.

Para verificar possível preferência dos táxons mais abundantes por alguma área analisada, foi utilizado o **teste não paramétrico do Chi-Quadrado (χ^2)** (BRUNI, 2009), considerando a independência ou associação entre os dois eventos simultaneamente analisados. A fórmula para isso é:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n (O_i - E_i)^2 / E_i$$

O_i = frequência observada
 E_i = frequência esperada

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ICHNEUMONIDAE

4.1.1 Abundância e riqueza

No total foram coletados 4.196 exemplares de Ichneumonidae identificados em 18 subfamílias, em ordem decrescente de maior abundância (Figuras 13 e 14): Cryptinae (967 indivíduos, 23%), Pimplinae (745 indivíduos, 17,8%), Campopleginae (565 indivíduos, 13,5%), Ichneumoninae (551 indivíduos, 13,1%), Orthocentrinae (477 indivíduos, 11,4%), Banchinae (217 indivíduos, 5,2%), Nesomesochorinae (118 indivíduos, 2,8%), Tryphoninae (110 indivíduos, 2,6%), Metopiinae (98 indivíduos, 2,3%), Cremastinae (88 indivíduos, 2,1%), Mesochorinae (49 indivíduos, 1,2%), Tersilochinae (49 indivíduos, 1,2%), Ophioninae (42 indivíduos, 1%), Rhyssinae (25 indivíduos, 0,6%), Anomaloninae (24 indivíduos, 0,6%), Poemeniinae (20 indivíduos,

0,5%), Labeninae (11 indivíduos, 0,3%) e Lycorininae (7 indivíduos, 0,2%). Os indivíduos que não foram possíveis de serem classificados em subfamília, estão denominados como “não identificados” e representaram 0,8% do total (33 indivíduos).

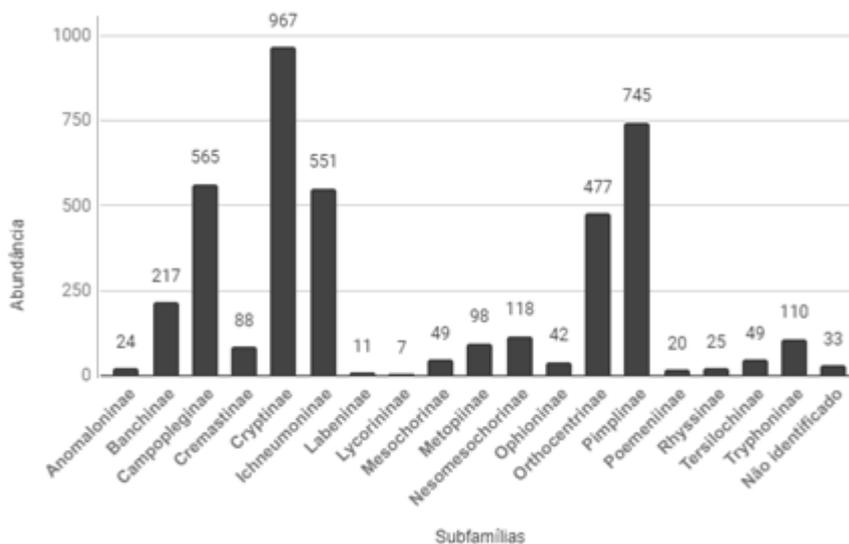


Figura 13. Abundância das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

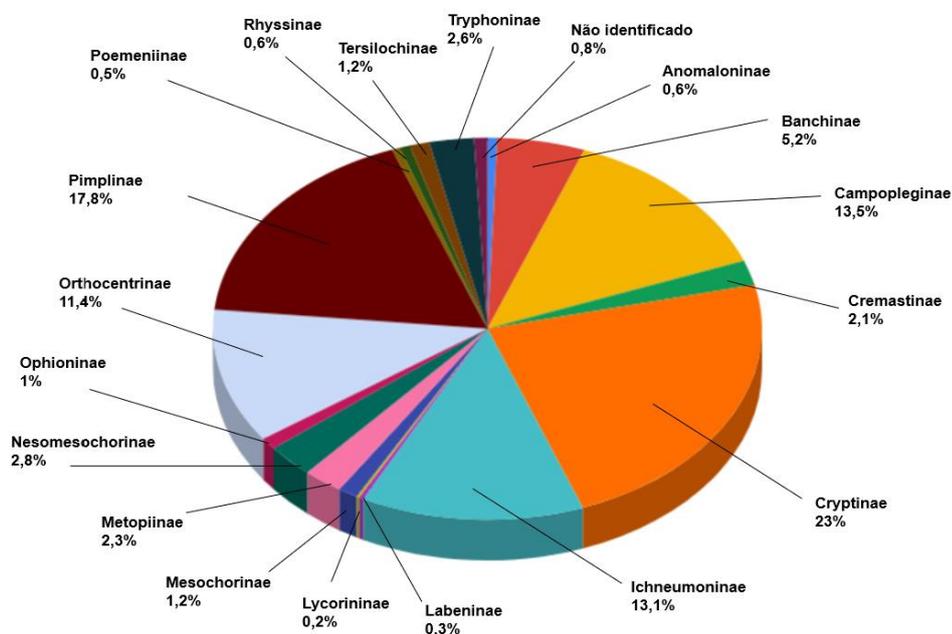


Figura 14. Abundância relativa das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

Resultados de trabalhos anteriores constataram de 17 a 21 subfamílias de Ichneumonidae: Kumagai & Graf (2000) encontraram 2.802 exemplares em 17 subfamílias em um bosque urbano e 18 em mata rural em Curitiba, PR; Guerra & Penteado-Dias (2002) capturaram 1.015 exemplares em 18 subfamílias em área de mata em São Carlos, SP; Kumagai & Graf (2002) encontraram 3.603 exemplares em 20 subfamílias no bosque do Capão da Imbuia, PR; Tanque (2013) obteve exemplares de 21 subfamílias em fragmentos florestais urbanos e rurais na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte; Melo (2015) obteve 3.546 exemplares em 19 subfamílias no Parque Estadual da Serra do Mar, SP.

Cryptinae, Pimplinae, Campopleginae, Ichneumoninae e Orthocentrinae foram as subfamílias mais abundantes neste estudo, dados que corroboram os trabalhos relacionados acima. A subfamília Cryptinae é considerada a mais rica em espécies da região Neotropical com 379 gêneros (Hanson & Gauld, 2006), o que pode ser justificado pela grande frequência encontrada.

A abundância e riqueza das subfamílias foram analisadas nas três diferentes altitudes (Tabela 2). O ponto de coleta (A3) apresentou maior abundância com 1.625 indivíduos, porém a menor riqueza com 17 subfamílias (Anomaloninae não ocorreu nesta altitude); a A1 apresentou 1.321 indivíduos distribuídos em uma maior riqueza com 18 subfamílias e A2 apresentou a menor abundância com 1.250 indivíduos distribuídos em 18 subfamílias.

No ponto de coleta (A1), as subfamílias que apresentaram maior abundância foram, em ordem decrescente (Tabela 2): Pimplinae (293 indivíduos, 22,2%), Cryptinae (202 indivíduos, 15,3%), Campopleginae (178 indivíduos, 13,5%), Ichneumoninae (157 indivíduos, 11,9%), Orthocentrinae (104 indivíduos, 7,9%); na A2 foram Cryptinae (287 indivíduos, 23%), Orthocentrinae (280 indivíduos, 22,4%), Pimplinae (184 indivíduos, 14,7%), Ichneumoninae (151 indivíduos, 12,1%); e na A3 foram Cryptinae (477 indivíduos, 29,3%), Campopleginae (302 indivíduos, 18,6%), Pimplinae (271 indivíduos, 16,7%), Ichneumoninae (242 indivíduos, 14,9%).

Tabela 2. Abundância e classificação de Palma (1975) das subfamílias com espécimes coletados em cada ponto de altitude na Reserva Biológica Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016. **CP** = classificação de Palma (1975), **C** = comum, **I** = intermediário, **R** = raro.

| Subfamílias | Altitude 1 | | Altitude 2 | | Altitude 3 | | TOTAL | CP |
|------------------|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|----|
| | 896 m | CP | 1082 m | CP | 1190 m | CP | | |
| Anomaloniinae | 23 | I | 1 | R | 0 | - | 24 | R |
| Banchinae | 88 | C | 40 | I | 89 | C | 217 | C |
| Campopleginae | 178 | C | 85 | C | 302 | C | 565 | C |
| Cremastinae | 32 | I | 21 | I | 35 | I | 88 | I |
| Cryptinae | 202 | C | 287 | C | 478 | C | 967 | C |
| Ichneumoninae | 157 | C | 151 | C | 243 | C | 551 | C |
| Labeniinae | 2 | R | 5 | I | 4 | R | 11 | I |
| Lycoriniinae | 2 | R | 4 | I | 1 | R | 7 | R |
| Mesochorinae | 13 | I | 21 | I | 15 | I | 49 | I |
| Metopiinae | 32 | I | 49 | I | 17 | I | 98 | I |
| Nesomesochorinae | 96 | C | 11 | I | 11 | I | 118 | I |
| Ophioniinae | 15 | I | 10 | I | 17 | I | 42 | I |
| Orthocentrinae | 104 | C | 280 | C | 93 | C | 477 | C |
| Pimplinae | 293 | C | 184 | C | 268 | C | 745 | C |
| Poemeniinae | 7 | I | 8 | I | 5 | I | 20 | I |
| Rhyssinae | 3 | R | 9 | I | 13 | I | 25 | I |
| Tersilochinae | 22 | I | 23 | I | 4 | I | 49 | I |
| Tryphoninae | 41 | I | 48 | I | 21 | I | 110 | I |
| Não identificado | 11 | R | 13 | I | 9 | I | 33 | I |
| TOTAL | 1321 | | 1250 | | 1625 | | 4196 | |

O ponto de coleta (A2) apresentou 8 subfamílias (Labeniinae, Lycoriniinae, Mesochorinae, Metopiinae, Orthocentrinae, Poemeniinae, Tersilochinae e Tryphoninae) com maior abundância em relação à outras; a A3 apresentou 7 subfamílias (Banchinae, Campopleginae, Cremastinae, Cryptinae, Ichneumoninae, Ophioniinae e Rhyssinae) e A1, 3 subfamílias (Anomaloniinae, Nesomesochorinae e Pimplinae) (Figura 15 e Tabela 2).

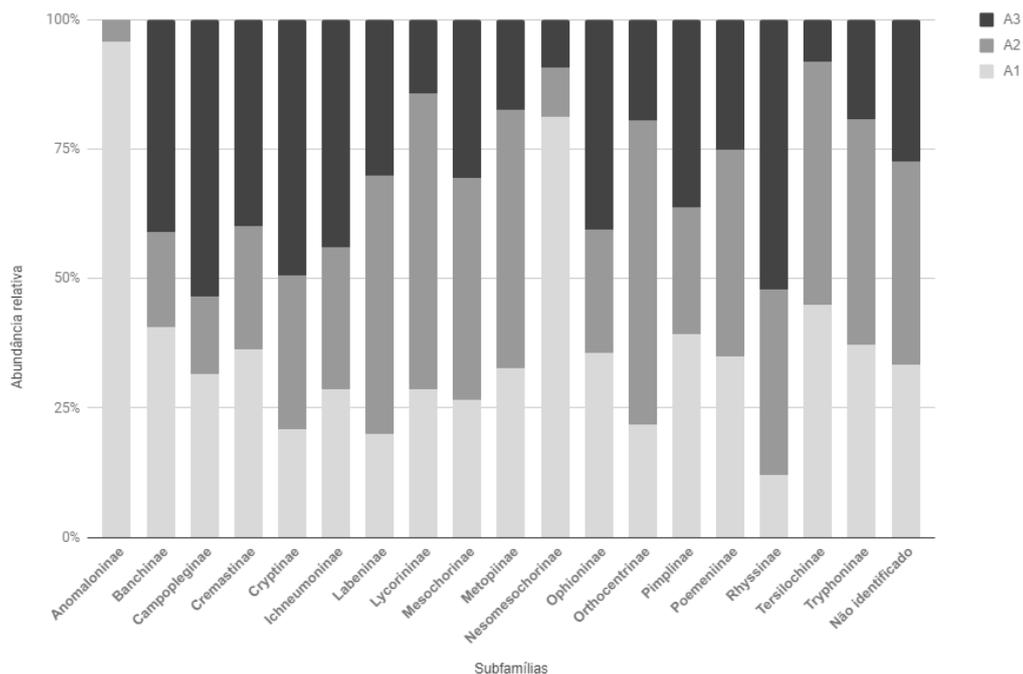


Figura 15. Abundância relativa das subfamílias de Ichneumonidae com exemplares coletados em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

Considerando a classificação de Palma (1975), para ocorrência e dominância em diferentes altitudes, as subfamílias Banchinae, Campopleginae, Cryptinae, Ichneumoninae, Orthocentrinae e Pimplinae foram consideradas comuns; Anomaloniinae e Lycorininae foram consideradas raras e as restantes foram consideradas intermediárias (Tabela 2).

Em relação à distribuição anual da abundância das subfamílias, foram encontrados maiores picos em novembro de 2015 e outubro de 2016, com exceção da A2 apresentando picos mais altos em novembro de 2015 e fevereiro de 2016 (Figura 16). Nesta altitude (1082 m), Orthocentrinae (68 indivíduos), Cryptinae (41 indivíduos), Pimplinae (34 indivíduos) e Ichneumoninae (23 indivíduos) apresentaram grande abundância no mês de fevereiro, além de serem subfamílias numerosas em geral, o que sugere a quantidade de indivíduos elevada neste mês. O menor pico foi encontrado no mês de junho, sendo Pimplinae (24 indivíduos) e Orthocentrinae (23 indivíduos) as subfamílias mais abundantes. Kumagai & Graf (2002) também encontraram maior captura de Ichneumonidae em novembro e dezembro e menor em junho.

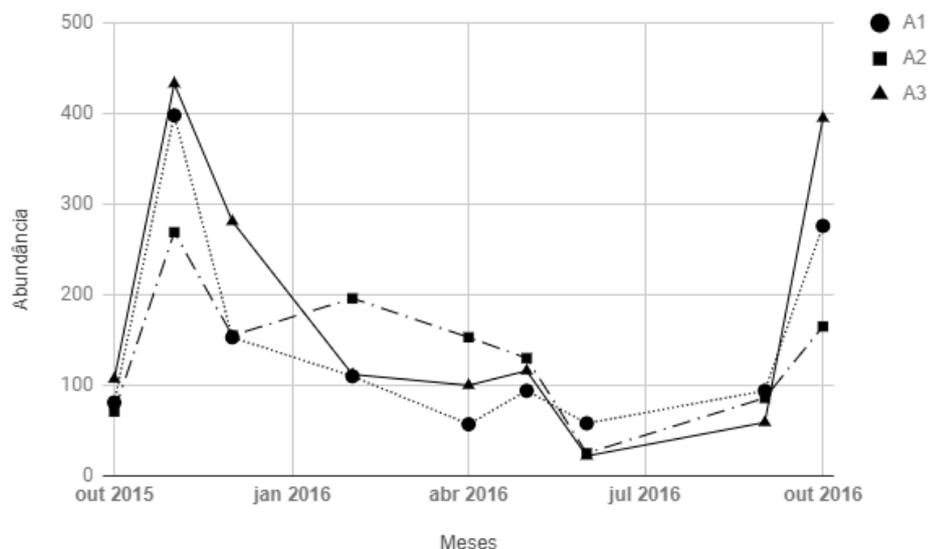


Figura 16. Distribuição anual da abundância das subfamílias em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, durante outubro de 2015 a outubro de 2016.

Na altitude 1 (A1) foram coletados indivíduos de oito subfamílias mais abundantes em novembro de 2015 em relação aos outros meses (Cryptinae – 69 indivíduos, Ichneumoninae – 66 indivíduos, Campopleginae – 62 indivíduos, Nesomesochorinae – 51 indivíduos, Tryphoninae – 22 indivíduos, Metopiinae – 17 indivíduos, Cremastinae – 12 indivíduos e Ophioninae – 11 indivíduos) e de cinco subfamílias em outubro de 2016 (Pimplinae – 90 indivíduos, Banchinae – 33 indivíduos, Anomaloninae – 10 indivíduos, Mesochoarinae – 6 indivíduos e Rhyssinae – 2 indivíduos). Lycorininae (2 indivíduos) e Tersilochinae (7 indivíduos) foram mais abundantes em fevereiro, e Orthocentrinae (22 indivíduos) em setembro (Figura 17).

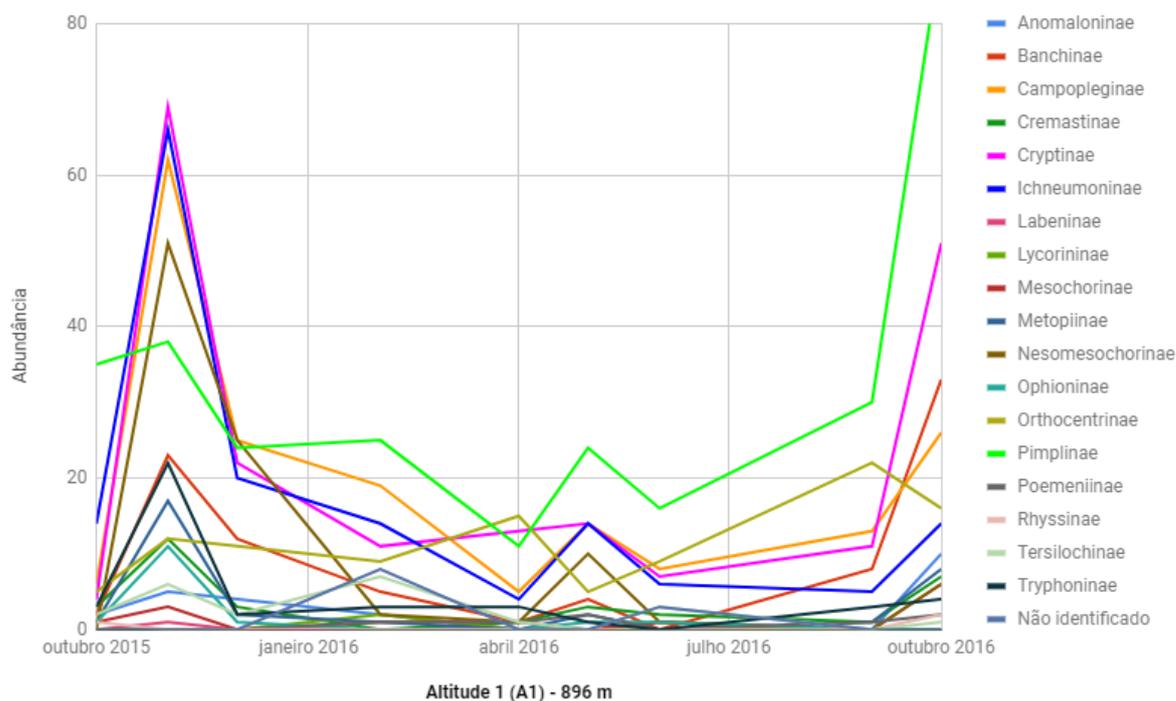


Figura 17. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 1 (896m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

Na altitude 2 (A2) foram coletados indivíduos de sete subfamílias mais abundantes em novembro de 2015 (Ichneumoninae – 31 indivíduos, Campopleginae – 23 indivíduos, Tryphoninae – 20 indivíduos, Tersilochinae – 17 indivíduos, Metopiinae – 15 indivíduos, Banchinae – 11 indivíduos e Cremastinae – 6 indivíduos) e de três subfamílias em fevereiro (Orthocentrinae – 68 indivíduos, Pimplinae – 34 indivíduos e Anomaloninae – 1 indivíduos). Cryptinae (61 indivíduos) e Nesomesochorinae (5 indivíduos) foram mais abundantes em outubro de 2016; Ophioninae (5 indivíduos) em dezembro; Mesochorinae (6 indivíduos) em abril; e Poemeniinae (4 indivíduos) em maio (Figura 18).

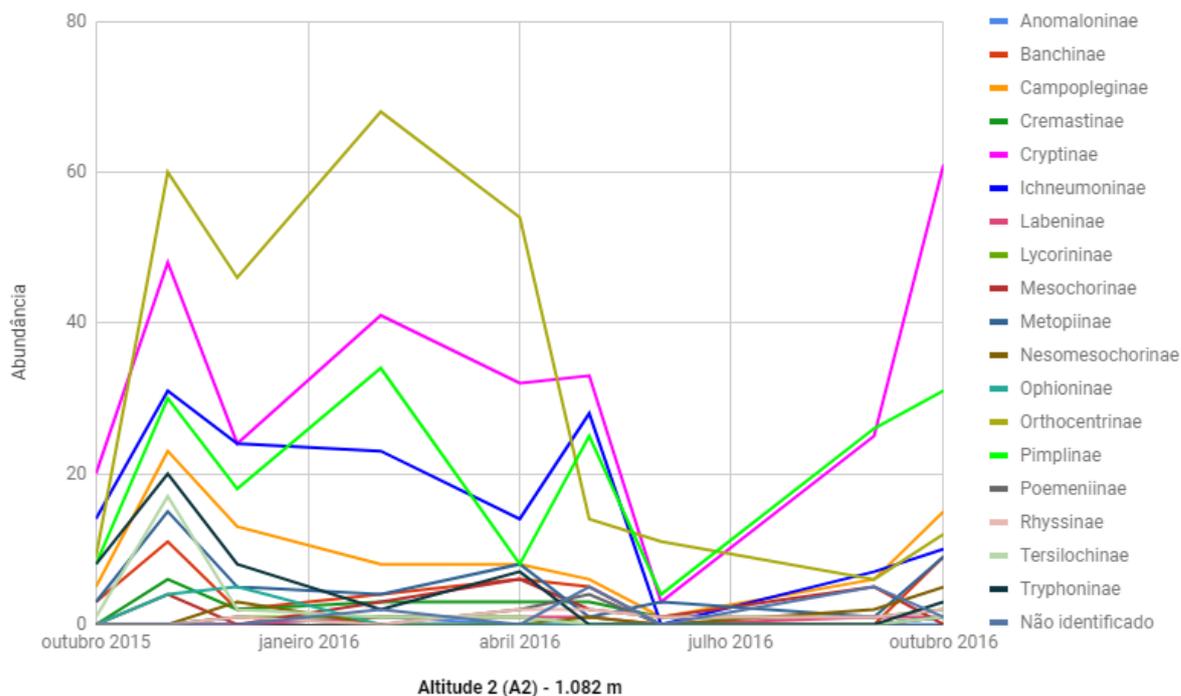


Figura 18. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 2 (1.082m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

Na altitude 3 (A3) foram coletados indivíduos de sete subfamílias mais abundantes em novembro de 2015 (Campopleginae – 148 indivíduos, Ichneumoninae – 74 indivíduos, Banchinae – 29 indivíduos, Tryphoninae – 10 indivíduos, Ophioninae – 9 indivíduos, Nesomesochorinae – 7 indivíduos e Tersilochinae – 2 indivíduos) e de três subfamílias em dezembro de 2015 (Pimplinae - 49 indivíduos, Orthocentrinae - 31 indivíduos e Cremastinae - 22 indivíduos). Cryptinae (261 indivíduos) e Metopiinae (6 indivíduos) em outubro de 2016; Poemeniinae (2 indivíduos) e Rhyssinae (6 indivíduos) em maio (Figura 19).

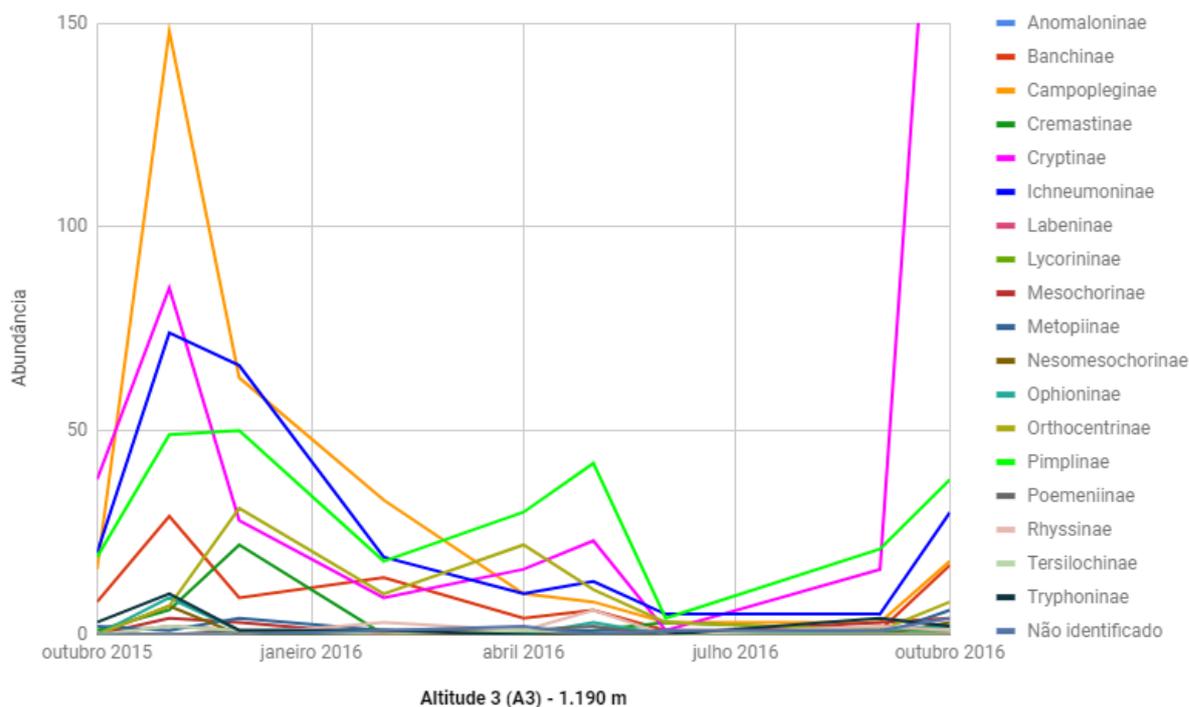


Figura 19. Distribuição anual da abundância de cada subfamília na altitude 3 (1.190m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

Considerando as três altitudes em conjunto (Figuras 20 e 21) e em relação aos maiores picos encontrados, 1.100 exemplares foram coletados em novembro de 2015, sendo Campopleginae (233 indivíduos), Cryptinae (203 indivíduos), Ichneumoninae (171 indivíduos) e Pimplinae (116 indivíduos) os mais numerosos e 10 subfamílias apresentaram maior abundância neste mês em relação aos demais (Campopleginae – 233 indivíduos, Ichneumoninae – 171 indivíduos, Banchinae – 63 indivíduos, Nesomesochorinae – 58 indivíduos, Tryphoninae – 52 indivíduos, Metopiinae – 33 indivíduos, Tersilochinae – 25 indivíduos, Ophioninae – 24 indivíduos, Mesochorinae – 11 indivíduos e Labeninae – 3 indivíduos). Em outubro de 2016, 836 exemplares foram coletados, sendo Cryptinae (373 indivíduos) e Pimplinae (159 indivíduos) os mais numerosos e as subfamílias que apresentam maior abundância neste mês em relação aos outros. O número bastante elevado de exemplares destas duas subfamílias em outubro de 2016 pode explicar o pico mais elevado neste mês, apesar deste apresentar poucas subfamílias de maior abundância.

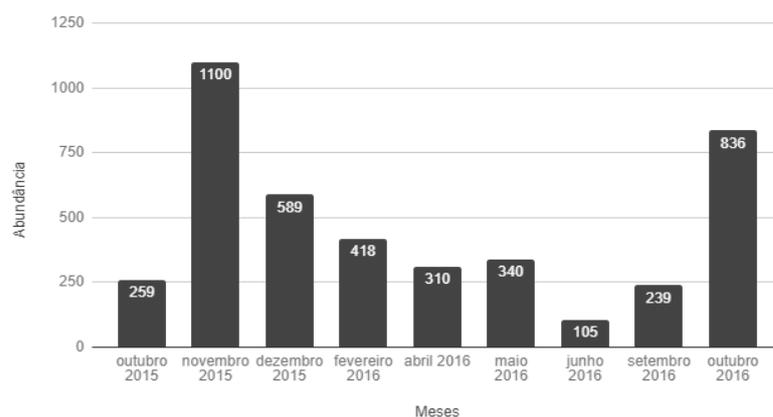


Figura 20. Distribuição anual da abundância total das subfamílias em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

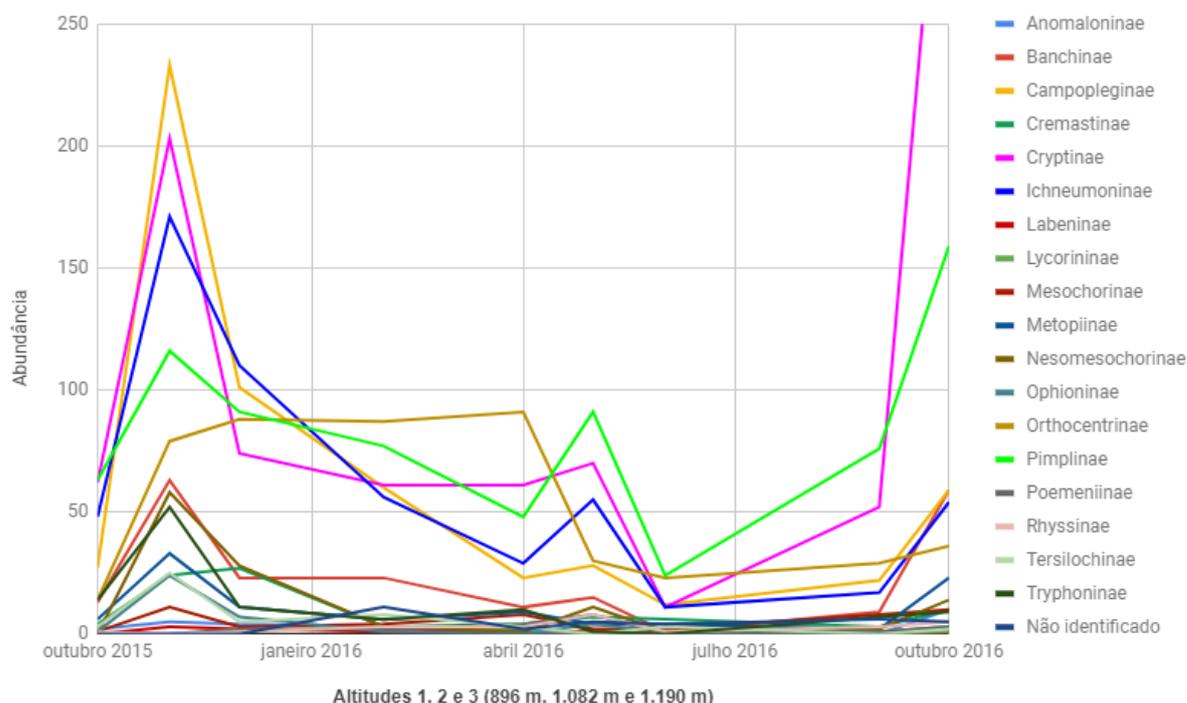


Figura 21. Distribuição anual total da abundância de cada subfamília em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016), na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

De acordo com o Quadro 1, foram encontrados 2.966 exemplares cenobiontes distribuídos em 11 subfamílias (Anomaloninae, Banchinae, Campopleginae, Cremastinae, Ichneumoninae, Metopiinae, Ophioninae, Orthocentrinae, Pimplinae, Tersilochinae e Tryphoninae) e 2.319 exemplares idiobiontes em 6 subfamílias (Cryptinae, Ichneumoninae, Labeninae, Pimplinae, Poemeniinae e Rhyssinae). As

subfamílias que são caracterizadas em cenobionte e idiobionte foram contabilizadas em ambos tipos de modo de vida. Neste estudo, os cenobiontes foram mais abundantes e de maior riqueza em relação aos espécimes idiobiontes.

Quadro 1. Subfamílias de Ichneumonidae representadas no estudo com respectivos tipos de desenvolvimento, estratégia de oviposição e grupos de hospedeiros utilizados.

| Subfamília | Tipo de desenvolvimento e estratégia de oviposição | Grupos de hospedeiro |
|-------------------|--|--|
| Anomaloninae | Endoparasitoide cenobionte | Lepidoptera, Coleoptera |
| Banchinae | Endoparasitoide cenobionte | Lepidoptera |
| Campopleginae | Endoparasitoide cenobionte | Lepidoptera, Symphyta, Coleoptera, Raphidioptera |
| Cremastinae | Endoparasitoide cenobionte | Lepidoptera, Coleoptera |
| Cryptinae | Ectoparasitoide idiobionte | Lepidoptera, Coleoptera, himenópteros Aculeata, ovos de aranhas |
| Ichneumoninae | Endoparasitoide idiobionte, cenobionte | Lepidoptera |
| Labeninae | Ectoparasitoide idiobionte | Coleoptera, abelhas solitárias, Neuroptera (Chrysopidae), ootecas de Araneae |
| Lycorininae | Provável endoparasitoide | Lepidoptera |
| Mesochorinae | hiperparasitoide | Ichneumonoidea, Diptera (Sciaridae) |
| Metopiinae | Endoparasitoide cenobionte | Lepidoptera |
| Ophioninae | Endoparasitoide cenobionte | Macro Lepidoptera |
| Orthocentrinae | Provável endoparasitoide cenobionte | Diptera (Mycetophilidae, Sciaridae) |
| Pimplinae | Ectoparasitoide idiobionte e cenobionte; endoparasitoide idiobionte e cenobionte | Lepidoptera, ootecas e adultos de Araneae |
| Poemeniinae | Provável ectoparasitoide idiobionte | Coleoptera, Hymenoptera (Aculeata) |
| Rhyssinae | Ectoparasitoide idiobionte | Coleoptera, Symphyta |
| Tersilochinae | Endoparasitoide cenobionte | Coleoptera, Symphyta |
| Tryphoninae | Ectoparasitoide cenobionte | Symphyta, Lepidoptera |

Fonte: Adaptado de Guerra & Pentead-Dias (2002) com referências de Gauld (1977), Gauld (1988); Gauld & Bolton (1998), Onody (2005), Tanque (2013), Wahl & Sharkey (1993).

Além disso, os cenobiontes e idiobiontes foram mais abundantes na A3, seguido da A1 e A2. Analisando a Figura 22, os idiobiontes parecem ter preferência

na A3, onde a vegetação é mais densa e de floresta seca e baixa (RODRIGUES, 1986). Já os cenobiontes parecem ser mais distribuídos espacialmente nas três altitudes. Os idiobiontes por desenvolverem geralmente externamente ao hospedeiro, pode ser que nas altitudes mais baixas haja maior taxa de predação. Enquanto que os cenobiontes apresentam uma vantagem de se desenvolverem internamente ao hospedeiro para se proteger. Esses dados são interessantes, pois não corroboram a hipótese de que há menor diversidade de cenobiontes nos trópicos. No entanto, seria necessário maior aprofundamento de estudos sobre o hábito de vida desses parasitoides para indicar quaisquer tendências em diferentes gradientes na diversidade dos Ichneumonidae.

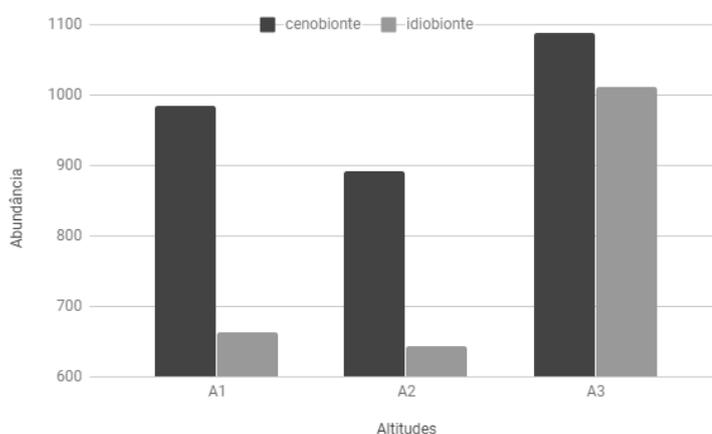


Figura 22. Abundância dos espécimes das subfamílias cenobiontes e idiobiontes para cada altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

A subfamílias Cryptinae, Pimplinae, Campopleginae e Ichneumoninae foram consideradas comuns neste estudo e todas têm como hospedeiro comum os lepidópteros (Quadro 1). Pimplinae e Ichneumoninae apresentam maior diversidade de estratégias de desenvolvimento e de oviposição em relação à Cryptinae e Campopleginae, porém estes podem parasitar mais de um grupo de hospedeiros (com exceção de Pimplinae que parasitam também aranhas). Diante disso, essas subfamílias podem apresentar vantagem em relação as outras subfamílias parasitoides de lepidópteros encontradas de menor frequência como Banchinae, Metopiinae, Cremastinae, Anomaloninae e Lycorininae de uma possível competição por hospedeiros. Ainda que os espécimes de Cremastinae e Anomaloninae (de menor

frequência) também sejam parasitoides de coleópteros e poderiam parasitar este grupo como alternativa, os espécimes de Cryptinae e Campopleginae (de maior frequência) igualmente.

Já a grande frequência encontrada de Orthocentrinae neste estudo também pode estar relacionada ao hábito e à disponibilidade de hospedeiros. A subfamília Orthocentrinae é bastante encontrada em áreas úmidas e sombreadas (GAULD & BOLTON, 1988), assim como os dípteros, seus hospedeiros (BORROR & DE LONG, 1988) (Quadro 1). Na A2, por exemplo, apresentou 22,4% dessa ocorrência e isso pode ser também um indicativo de uma região mais úmida com vegetação adensada.

4.1.2 Diversidade, Equitabilidade e Similaridade

Os índices de diversidade (H') e equitabilidade (J) das subfamílias em cada ponto de altitude foram, respectivamente: A1 com $H' = 2,34$ nats/ind. e $J = 80,95\%$; A2 com $H' = 2,21$ nats/ind. e $J = 76,39\%$; e A3 com $H' = 2,01$ nats/ind. e $J = 70,86\%$ (Tabela 3). Para Pielou (1977), valores próximos de 100% indicam boa distribuição dos indivíduos entre as espécies na amostra, e os próximos de zero indicam discrepância de valores caracterizados por uma abundância divergente. Neste estudo, a equitabilidade das subfamílias nos três diferentes pontos de altitude foi mais próxima de 100%, indicando que cada amostra foi bem equitativa. Os valores de H' e equitabilidade (J) foram maiores na A1 apresentando maior riqueza (18), porém a abundância é intermediária em relação as outras altitudes. Na A3 apresentou maior abundância e a menor riqueza (17), dados que podem justificar o menor valor de H' e de equitabilidade (J).

Tabela 3. Índices de Diversidade de Shannon e Equitabilidade. (N) Número total de indivíduos analisados ou tamanho da amostra; (S) Riqueza de subfamílias; (H') Índice de Diversidade de Shannon; (H' máx.) Diversidade máxima; (J) Equitabilidade.

| Altitudes | N | S | H' (nats) | H' max. (nats) | J (%) |
|--------------|-------|----|-------------|------------------|-------|
| A1 (896 m) | 1.321 | 18 | 2,34 | 2,90 | 80,95 |
| A2 (1.082 m) | 1.250 | 18 | 2,21 | 2,90 | 76,39 |
| A3 (1.190 m) | 1.625 | 17 | 2,01 | 2,83 | 70,86 |

Na análise de variância (ANOVA) (Tabela 4), para comparar os valores de diversidade de cada altitude, foram estabelecidas duas hipóteses:

H_0 = não existe diferenças de diversidade nas três altitudes;

H_1 = há pelo menos uma altitude com diversidade diferente;

$\alpha = 0,05$; Se $F > F_c$, rejeita H_0 ou H_1 é verdadeira.

Porém, os resultados mostraram que $F = 0,1861 < F_c = 3,1682$ com $p > 0,05$, ou seja, os valores de diversidade entre a A1, A2 e A3 não foram diferentes e as médias de populações de cada altitude podem ser semelhantes.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) das subfamílias de Ichneumonidae representadas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. (*gl*) Graus de liberdade; (*SQ*) Soma dos quadrados; (*MQ*) Quadrado médio; (*F*) Fração do MQtratamento pelo MQresíduos; (*P*) Probabilidade; (*F crítico*) Valor crítico.

| Fonte da variação | <i>gl</i> | <i>SQ</i> | <i>MQ</i> | <i>F</i> | <i>valor-P</i> | <i>F crítico</i> |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Tratamentos | 2 | 4176,877 | 2088,439 | 0,1861 | 0,830721 | 3,168246 |
| Resíduos | 54 | 605996,6 | 11222,16 | | | |
| Total | 56 | 610173,5 | | | | |

Para responder se existe uma preferência dos táxons mais abundantes por alguma área analisada, foi realizado o teste não-paramétrico do chi-quadrado (χ^2) em que:

H_0 = táxons mais abundantes não tem preferência por uma altitude;

H_1 = táxons mais abundantes têm preferência por uma altitude;

Sendo $p > 0,05$.

O estudo mostrou $\chi^2 = 3,681 < \chi^2 = 5,991$, portanto, não rejeita H_0 .

A similaridade entre as amostras das três diferentes altitudes foi verificada: Para análise quantitativa de Bray-Curtis, A1 e A3 apresentaram maior similaridade (coeficiente de correlação 0,7381) em relação a A2 (Figura 23). Levando em consideração a abundância neste índice, a A2 foi a que obteve menor número e quatro subfamílias com abundância discrepante, podendo estar relacionada à menor disponibilidade de hospedeiros. Já na análise qualitativa de Jaccard, A1 e A2

apresentaram grande similaridade (coeficiente de correlação igual a 1) em relação a A3 (Figura 24). Neste caso, sugere-se que a maior altitude (A3) retrata um ambiente com uma composição biótica e abiótica diferente das altitudes menores, visto que as condições de temperatura, pressão, umidade relativa e velocidade do vento sejam mais rigorosas. Na Reserva Biológica da Serra do Japi, as altitudes de 900 m a 1.300 m são caracterizadas por uma região de vegetação seca e baixa com árvores mais próximas (RODRIGUES, 2006). A altitude 3, portanto, pode apresentar uma zona de microclima ainda mais seca e baixa devido às intempéries.

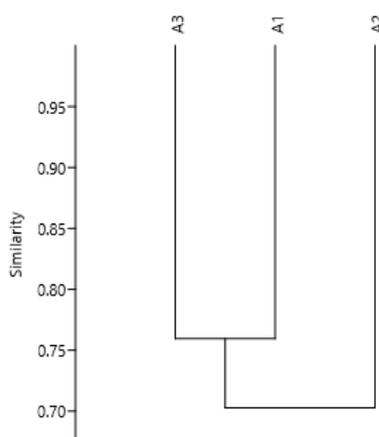


Figura 23. Índice de similaridade de Bray-Curtis das subfamílias em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

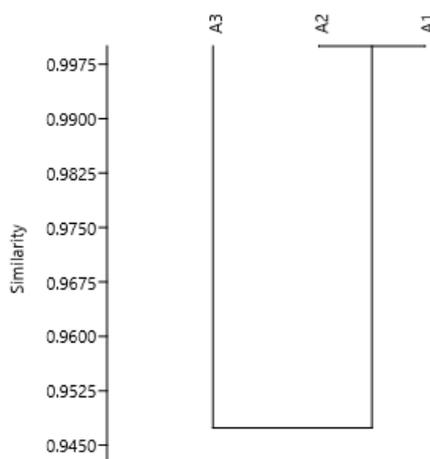


Figura 24. Índice de similaridade de Jaccard das subfamílias em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

4.2 PIMPLINAE

4.2.1 Abundância e riqueza

Para a subfamília Pimplinae, foram obtidos 745 espécimes identificados em 18 gêneros (Tabela 5). Os espécimes mais frequentes foram dos gêneros *Pimpla* (404 espécimes, 54,23%) e *Neotheronia* (122 espécimes, 16,37%), e os menos frequentes foram dos gêneros *Xanthopimpla* (1), *Scambus* (1), *Calliephialtes* (2), *Zaglyptus* (2), *Clydonium* (3), *Iseropus* (4) e *Apechthis* (4). Do total de gêneros, quatro foram encontrados exclusivamente em A3: *Acrotaphus*, *Itoplectis*, *Scambus* e *Xanthopimpla*. Os espécimes que ocorreram em todas as altitudes e apresentaram maior abundância em A1 foram dos gêneros *Dolichomitus*, *Eruga*, *Pimpla*, *Polysphincta* e *Zonopimpla*; na A2 foram *Hymenoepimecis* e *Zatypota*; e em A3 foram *Clistopyga* e *Neotheronia*.

Dados semelhantes foram encontrados por outros autores, de 12 a 16 gêneros de Pimplinae: Kumagai (2002) com 13 gêneros no Capão da Imbuia, PR; Loffredo (2008) encontrou 546 indivíduos distribuídos em 16 gêneros em área de Mata Atlântica, SP e Tanque & Frieiro-Costa (2011) encontrou 456 indivíduos em 12 gêneros em fragmento de Cerrado da Unidade Ambiental de Peti, MG.

Os gêneros *Pimpla* e *Neotheronia* foram os mais frequentes, dados que corroboram os estudos encontrados na Costa Rica (GAULD, 1991), no Brasil (KUMAGAI, 2002; PÁDUA & NUNES, 2017) e no Peru (CARRASCO, 1972).

Considerando a classificação de Palma (1975), para ocorrência e dominância em diferentes altitudes, *Neotheronia*, *Pimpla*, *Zatypota* e *Zonopimpla* foram considerados comuns; *Clistopyga*, *Dolichomitus*, *Eruga* e *Polysphincta* foram intermediários e os demais foram considerados raros (Tabela 5).

Em relação à razão sexual dos espécimes encontrados (Tabela 5, Figura 25), os machos apresentaram 377 espécimes (50,6%) e as fêmeas com 368 espécimes (49,4%). Os machos foram encontrados em 9 gêneros com predomínio de *Pimpla* (281 espécimes machos, 74,5%; 123 espécimes fêmeas, 33,4%) e *Neotheronia* (68 espécimes machos, 18%; 54 espécimes fêmeas, 14,7%). Já as fêmeas foram encontradas em todos os gêneros, sendo que os espécimes dos gêneros *Apechthis*, *Calliephialtes*, *Eruga*, *Iseropus*, *Polysphincta*, *Scambus*, *Zaglyptus*, *Zatypota* e

Xanthopimpla, foram representados somente por fêmeas e a maioria delas foi encontrada em A2 e A3. O índice das fêmeas estarem presentes em 18 gêneros encontrados, pode estar relacionado à grande atividade de vôo para encontrar seus hospedeiros e realizar a oviposição.

Tabela 5. Número total de espécimes coletados, razão sexual e classificação de Palma (1975) dos Pimplinae de 18 gêneros representados nas amostragens por armadilhas Malaise em A1 (896 m), A2 (1082 m) e A3 (1190 m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, Brasil durante o período de outubro de 2015 a outubro de 2016. **CP** = classificação de Palma (1975), **C** = comum, **I** = intermediário, **R** = raro.

| Gêneros | Altitude 1 (896 m) | | Altitude 2 (1082 m) | | Altitude 3 (1190 m) | | N Total | CP Total |
|-----------------------|-----------------------|----|------------------------|----|------------------------|----|------------|----------|
| | | CP | | CP | | CP | | |
| <i>Acrotaphus</i> | - | - | - | - | 1♀, 5♂ | I | 6 | R |
| <i>Apechthis</i> | - | - | 2♀ | R | 2♀ | R | 4 | R |
| <i>Calliephialtes</i> | - | - | 1♀ | R | 1♀ | R | 2 | R |
| <i>Clistopyga</i> | 2♀ | R | 8♀, 1♂ | I | 11♀, 1♂ | I | 23 | I |
| <i>Clydonium</i> | 1♂ | R | 1♀ | R | 1♀ | R | 3 | R |
| <i>Dolichomitus</i> | 7♀, 1♂ | I | 4♀ | R | 4♀, 1♂ | R | 17 | I |
| <i>Eruga</i> | 14♀ | I | 5♀ | I | 1♀ | R | 20 | I |
| <i>Hymenoepimecis</i> | 2♀ | R | 3♀, 1♂ | I | 1♀ | R | 7 | R |
| <i>Iseropus</i> | - | - | 2♀ | R | 2♀ | R | 4 | R |
| <i>Itopectis</i> | - | - | - | - | 7♀, 3♂ | I | 10 | R |
| <i>Neotheronia</i> | 12♀, 29♂ | C | 16♀, 6♂ | C | 26♀, 33♂ | C | 122 | C |
| <i>Pimpla</i> | 53♀, 121♂ | C | 41♀, 46♂ | C | 29♀, 114♂ | C | 404 | C |
| <i>Polysphincta</i> | 12♀ | I | 1♀ | R | 2♀ | R | 15 | I |
| <i>Scambus</i> | - | - | - | - | 1♀ | R | 1 | R |
| <i>Zaglyptus</i> | - | - | 1♀ | R | 1♀ | R | 2 | R |
| <i>Zatypota</i> | 12♀ | I | 24♀ | C | 8♀ | I | 44 | C |
| <i>Zonopimpla</i> | 19♀, 8♂ | C | 16♀, 5♂ | C | 11♀, 1♂ | I | 60 | C |
| <i>Xanthopimpla</i> | - | - | - | - | 1♀ | R | 1 | R |
| TOTAL | 133♀, 160♂ | | 125♀, 59♂ | | 110♀, 158♂ | | 745 | |

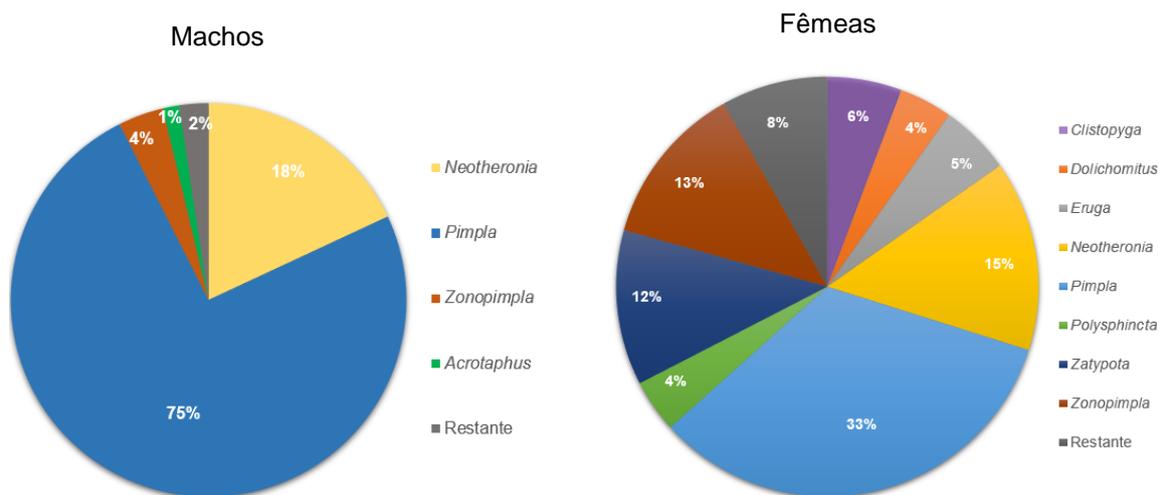


Figura 25. Gráfico da abundância de machos e fêmeas dos Pimplinae coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

As frequências de Pimplinae em relação à distribuição anual apresentou maior abundância de espécimes em novembro de 2015 e outubro de 2016, respectivamente, com 116 e 159 indivíduos coletados. Durante todo o período de estudos houve predominância do gênero *Pimpla* (68 indivíduos ou 58,6% em novembro de 2015 e 81 indivíduos ou 50,9% em outubro de 2016) e *Neotheronia* (22 indivíduos ou 18,9% em novembro de 2015 e 22 indivíduos ou 13,8% em outubro de 2016). Sendo assim, os meses que apresentaram maior abundância de Pimplinae, pode estar relacionada à grande disponibilidade de hospedeiros em períodos quentes e chuvosos.

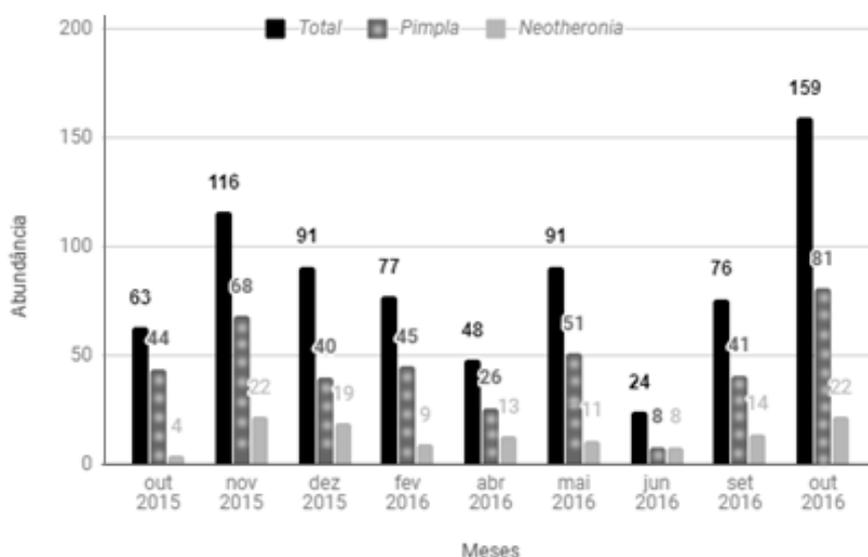


Figura 26. Abundância dos gêneros *Pimpla* e *Neotheronia* em cada mês em relação ao total de indivíduos encontrados nas coletas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

A distribuição anual da abundância de Pimplinae variou em cada altitude, mostrando diferentes picos de distribuição nos diferentes períodos do ano (Figura 27). Na altitude 1, a abundância dos espécimes coletados foi maior nos meses de outubro e novembro de 2015 e setembro e outubro de 2016. Em A2, houve maiores picos em novembro de 2015, fevereiro e outubro de 2016; e em A3 nos meses de novembro e dezembro de 2015, maio e outubro de 2016. Em A2 e A3 ocorreram picos relativamente altos em maio de 2016, o que mostra a distribuição tanto em períodos quentes/chuvosos e frios/secos. A grande abundância de espécies ao longo do ano está relacionada ao gênero *Pimpla*, o qual esteve presente em todos os meses, exceto junho de A2 e 1 indivíduo em A3 (Figuras 28-30). *Neotheronia* apresentou maior abundância em A3; *Zatypota* e *Zonopimpla* em A2, em outubro de 2016.

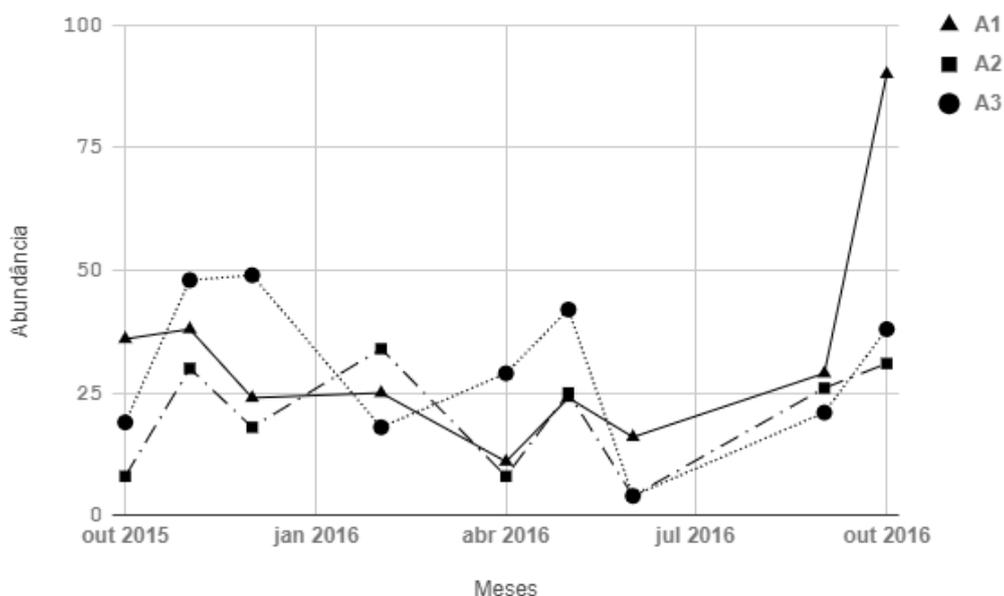


Figura 27. Distribuição anual da abundância dos gêneros em cada ponto de altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, entre outubro de 2015 a outubro de 2016.

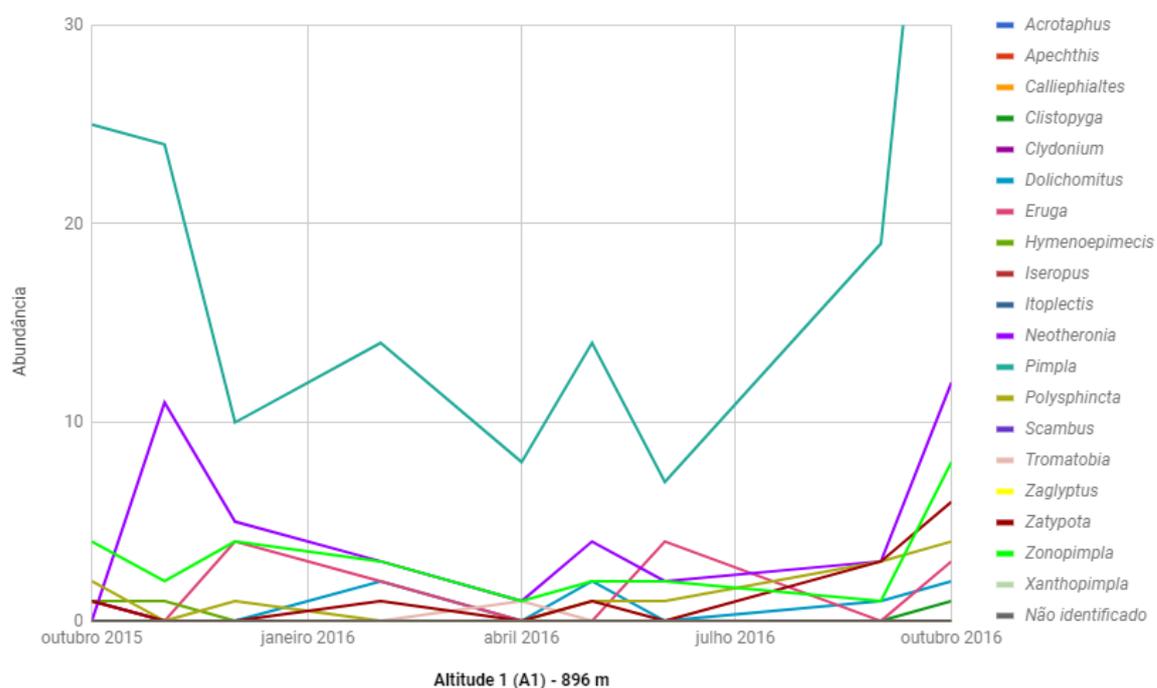


Figura 28. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 1 (896m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

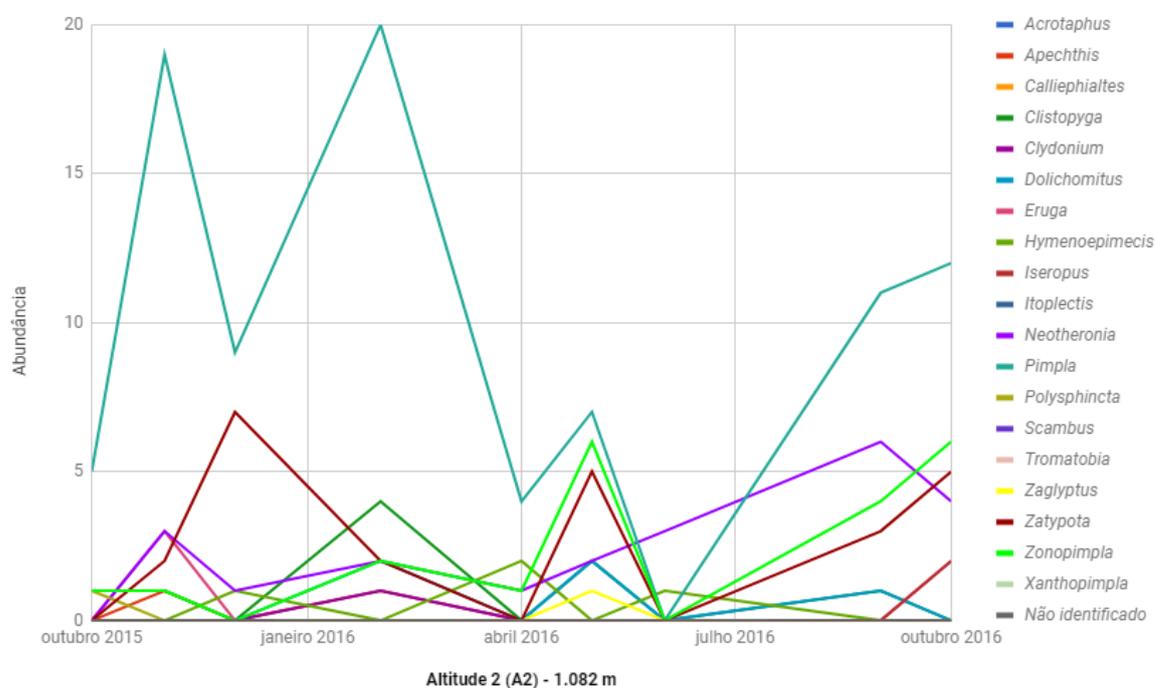


Figura 29. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 2 (1.082m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

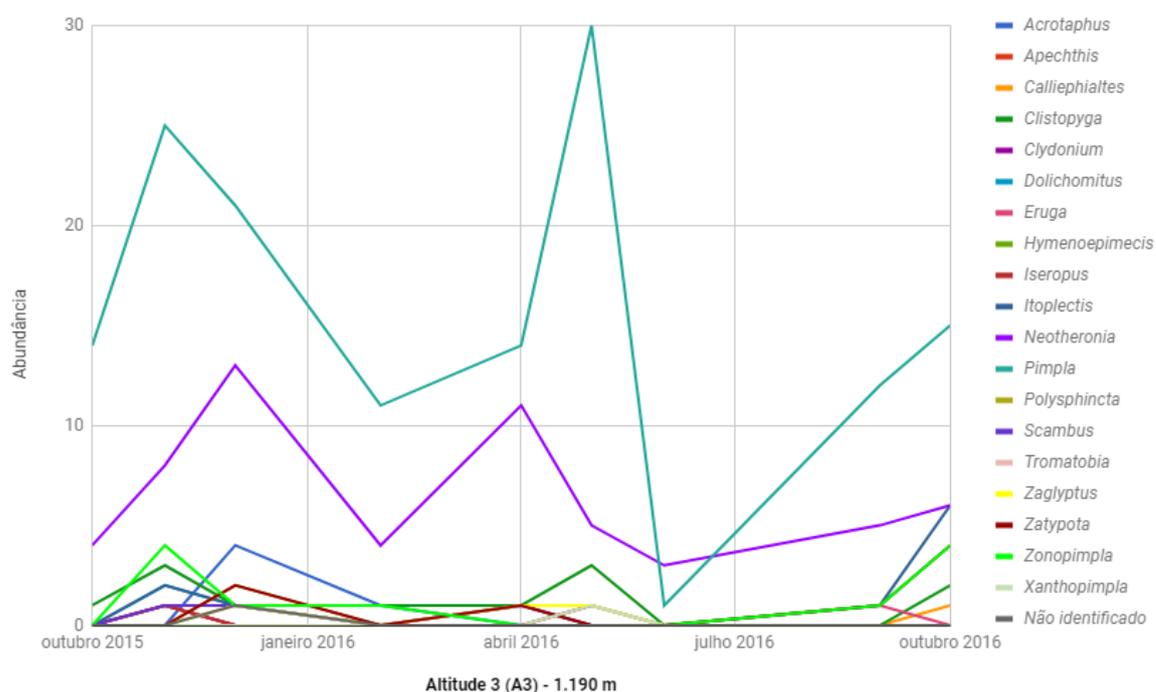


Figura 30. Distribuição anual da abundância de cada gênero na altitude 3 (1.190m) em um período de um ano (outubro de 2015 a outubro de 2016) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP.

De acordo com a Figura 31, os idiobiontes foram mais abundantes com 618 espécimes distribuídos em 8 gêneros; os cenobiontes foram 92 espécimes em uma maior riqueza distribuídos em 5 gêneros. A grande abundância de idiobiontes foi devido aos gêneros *Pimpla* e *Neotheronia*, possuindo maior riqueza na região neotropical. Ambos são principalmente parasitoides de formas imaturas de Lepidoptera (GAULD, 1991; PORTER, 1970), *Neotheronia* pode apresentar mais de um tipo de desenvolvimento (Quadro 2).

A predominância de *Pimpla* e *Neotheronia* em relação aos demais, pode estar relacionada à grande disponibilidade de hospedeiros (Lepidoptera) para as espécies endoparasitoides. A baixa frequência de *Apechthis*, *Itoplectis* e *Xanthopimpla* que também apresentam essas características pode ser devido à uma possível competição por hospedeiros com os gêneros mais abundantes (estes foram encontrados de menor abundância quando aqueles foram encontrados com maior frequência). Assim como os espécimes mais abundantes de Ichneumonidae encontrados neste estudo, essa estratégia de desenvolvimento (endoparasitoide) parece ser a mais vantajosa.

Quadro 2. Gêneros de Pimplinae com respectivos tipos de desenvolvimento, estratégia de oviposição e grupos de hospedeiros utilizados.

| Tribo | Gêneros | Tipo de desenvolvimento e estratégia de oviposição | Grupos de hospedeiros |
|--------------|-----------------------|---|--|
| Pimplini | <i>Apechthis</i> | Endoparasitoide idiobionte | Lepidoptera |
| | <i>Itopectis</i> | Endoparasitoide | Lepidoptera |
| | <i>Neotheronia</i> | Endoparasitoide ou ectoparasitoide idiobionte | Lepidoptera |
| | <i>Pimpla</i> | Endoparasitoide idiobionte | Lepidoptera |
| | <i>Xanthopimpla</i> | Endoparasitoide | Lepidoptera |
| Ephialtini | <i>Acrotaphus</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Araneidae, Tetragnathidae |
| | <i>Calliephialtes</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Lepidoptera, Coleoptera |
| | <i>Clistopyga</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Ovos de Clubionidae e outras aranhas |
| | <i>Clydonium</i> | Provável ectoparasitoide | Coleoptera e Lepidoptera |
| | <i>Dolichomitus</i> | Provável ectoparasitoide | Coleoptera e outros que vivem em matéria morta |
| | <i>Eruga</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Aranhas (Linyphiidae) |
| | <i>Hymenoepimecis</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Araneidae, Tetragnathidae |
| | <i>Iseropus</i> | Ectoparasitoide gregário | Lepidoptera |
| | <i>Polysphincta</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Araneidae |
| | <i>Scambus</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Lepidoptera e estágios imaturos de insetos holometábolos |
| | <i>Schizopyga</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Clubionidae e Miturgidae |
| | <i>Tromatobia</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Ovos de Araneidae e Philodromidae e Argiopidae |
| | <i>Zaglyptus</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Ovos de Clubionidae e Salticidae e/ou aranha |
| | <i>Zatypota</i> | Ectoparasitoide cenobionte | Theridiidae |
| | <i>Zonopimpla</i> | Ectoparasitoide idiobionte | Lepidoptera e outros insetos |

Fonte: Adaptado de Loffredo (2008) com referência de Hanson & Gauld (2006).

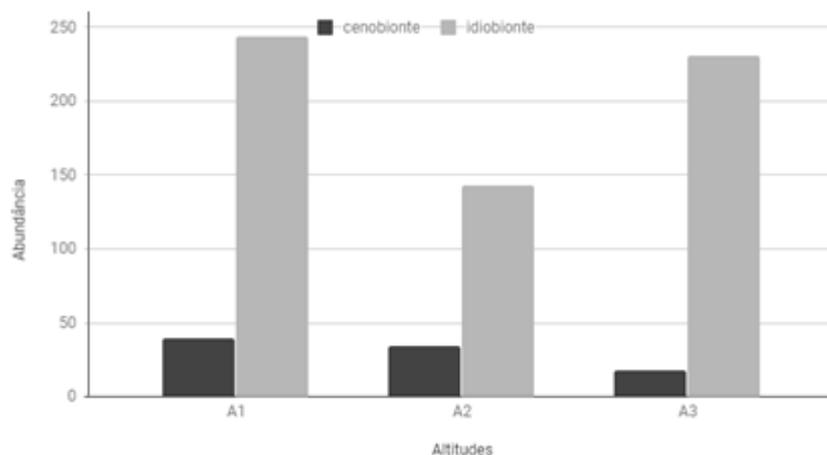


Figura 31. Abundância dos espécimes de gêneros cenobiontes e idiontes para cada altitude (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

4.2.2 Diversidade, Equitabilidade e Similaridade

A diversidade dos Pimplinae obtidos em cada altitude foi calculada através do Índice de Shannon (H') e Equitabilidade (J) (Tabela 6). As três altitudes se mostraram bem equitativas apresentando valores próximos de 100% e o maior valor de H' e equitabilidade foi para a A2. A abundância foi maior em A1 com 293 exemplares e a maior riqueza em A3 com 18 gêneros (56 morfoespécies).

Tabela 6. Índices de Diversidade de Shannon e Equitabilidade. (N) Número total de indivíduos analisados ou tamanho da amostra; (S) Riqueza de gêneros; (H') Índice de Diversidade de Shannon; (H' max) Diversidade máxima; (J) Equitabilidade.

| Altitudes | N | S | H' (nats) | H' max. (nats) | J (%) |
|--------------|-----|----|-------------|------------------|---------|
| A1 (896 m) | 293 | 10 | 1,397 | 2,302 | 60,679 |
| A2 (1.082 m) | 184 | 14 | 1,745 | 2,639 | 66,129 |
| A3 (1.190 m) | 268 | 18 | 1,589 | 2,890 | 54,977 |

Para análise quantitativa de Bray-Curtis, as altitudes 1 e 3 apresentaram maior similaridade (coeficiente de correlação 0,9887) (Figura 32). Estas duas altitudes foram as que mostraram maior abundância de gêneros em relação a A2 e pode estar relacionada à maior disponibilidade de hospedeiros. Em relação ao Índice de Jaccard

(qualitativo), A2 e A3 apresentaram maior similaridade (coeficiente de correlação 0,7206) (Figura 33). Nesse índice, pode ter levado em conta a riqueza encontrada nas altitudes A2 e A3, maior em relação a altitude 1.

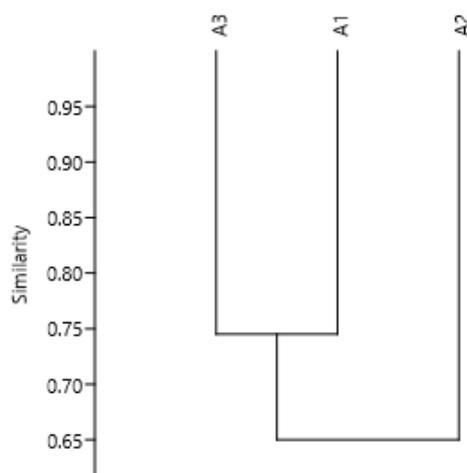


Figura 32. Índice de similaridade de Bray-Curtis de gêneros em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

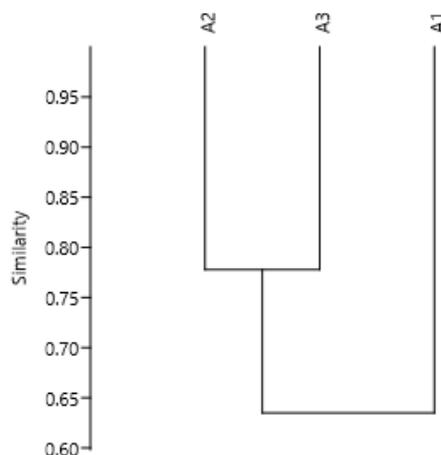


Figura 33. Índice de similaridade de Jaccard de gêneros em três diferentes altitudes (A1 – 896m, A2 – 1082m, A3 – 1190m) da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP entre outubro de 2015 e outubro de 2016.

Ao comparar os valores de diversidade de cada altitude pelo método de análise de variância (ANOVA) (Tabela 7), foram estabelecidas duas hipóteses:

H_0 = não existe diferenças de diversidade nas três altitudes;

H_1 = há pelo menos uma altitude com diversidade diferente.

O coeficiente de significância utilizado foi de 0,05. Assim como nas análises da diversidade das subfamílias de Ichneumonidae, para os gêneros os resultados mostraram que $F = 0,1641 < F_c = 3,1788$ com $p > 0,05$, ou seja, os valores de diversidade em A1, A2 e A3 não apresentaram diferença significativa e as médias de populações de cada altitude podem ser consideradas similares.

Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) para os gêneros de Pimplinae obtidos na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. (*gl*) Graus de liberdade; (*SQ*) Soma dos quadrados; (*MQ*) Quadrado médio; (*F*) Fração do MQtratamento pelo MQresíduos; (*P*) Probabilidade; (*F crítico*) Valor crítico.

| Fonte da variação | <i>gl</i> | <i>SQ</i> | <i>MQ</i> | <i>F</i> | <i>valor-P</i> | <i>F crítico</i> |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------------|
| Tratamentos | 2 | 362,2593 | 181,1296 | 0,164124 | 0,849084 | 3,178799 |
| Resíduos | 51 | 56284,5 | 1103,618 | | | |
| Total | 53 | 56646,76 | | | | |

Para responder se existe uma preferência dos táxons mais abundantes por alguma área analisada, foi realizado o teste não-paramétrico do chi-quadrado (χ^2) em que:

H_0 = táxons mais abundantes não tem preferência por uma altitude;

H_1 = táxons mais abundantes têm preferência por uma altitude;

Sendo $p > 0,05$.

O estudo mostrou $\chi^2 = 2,005 < \chi^2_c = 5,991$, portanto, não rejeita H_0 .

4.2.3 Espécies

Foram encontradas 91 morfoespécies no total com a descoberta de três espécies novas pertencentes à dois gêneros. *Pimpla caerulea* Brullé, 1846, *Pimpla croceiventris* (Cresson, 1868), *Pimpla sumichrasti* Cresson, 1874, *Neotheronia hespenheidei* Gauld, 1991 e *N. tolteca* (Cresson, 1874) estão entre as espécies mais frequentes (Tabela 8). A dominância dessas espécies neste estudo pode estar diretamente relacionada à grande disponibilidade de hospedeiros (Lepidoptera) e/ou

ao modo de vida generalista (idiobionte) já mencionados anteriormente (Quadro 2). *Pimpla caerulea* constituiu cerca de 43,62% do total de indivíduos de Pimplinae encontrados, o que pode ter influenciado nos resultados de frequência dessa subfamília.

Em relação à altitude, foram encontrados 41 morfoespécies na A1, 50 morfoespécies na A2 e 56 morfoespécies na A3, sendo que 13 morfoespécies, 15 morfoespécies e 23 morfoespécies ocorreram exclusivamente na A1, A2 e A3, respectivamente (Tabela 8). Neste caso, os Pimplinae apresentam um aumento na riqueza de acordo com a diminuição da elevação, ou seja, a riqueza de morfoespécies foi maior em regiões que abragem uma área menor como os topos de montanha. A maior altitude, portanto, apresentou um elevado *turnover* em relação às outras duas altitudes e isso pode estar relacionado também à uma forte influência da umidade (da chuva e/ou dos orvalhos sobre as folhas) para as espécies de Ichneumonidae e Pimplinae (TOWNES, 1972b).

Segundo Gauld *et al.* (1998), em ambientes abaixo de 1.000 m, a composição em espécies de Ichneumonidae pode ser fortemente influenciada pelo clima seco e úmido. Espécies que são encontradas exclusivamente na floresta seca da Costa Rica são *Clistopyga chaconi* Gauld, 1991, *Pimpla sumichrasti* Cresson, 1874, *Neotheronia lloydi* Gauld, 1991, *Dolichomitus zonatus* (Cresson, 1874); as que são comuns em floresta seca mas que podem ser encontradas em áreas de floresta tropical são *Neotheronia melosa* Cresson, 1874, *N. tacubaya* (Cresson, 1874), *N. rosai* Gauld, 1991, *Pimpla croceiventris* (Cresson, 1868) e *P. caeruleata* Cresson, 1874. Estas espécies também podem ser encontradas em áreas desmatadas, agroecossistemas e hortas urbanas (GAULD *et al.*, 1998). Neste estudo, a maioria dessas espécies foi encontrada a uma altitude de 896 m, o que pode indicar uma região de clima mais seco e antropizado.

Outras espécies com alta frequência de ocorrência (Tabela 8) foram, respectivamente, *Zonopimpla carolinae* Gauld, 1991 (37 indivíduos), *Zatypota* sp. 6 (16 indivíduos), *Dolichomitus* sp. 2 (14 indivíduos), *Polysphincta* sp. nov. 1 (13 indivíduos), *Clistopyga* sp. 3 (12 indivíduos), *Eruga* sp. 1 (12 indivíduos). Algumas espécies encontradas foram ilustradas nas Figuras 52-70.

Tabela 8. Espécies de Pimplinae com suas respectivas frequências de ocorrência (N) nas três diferentes altitudes (A1 - 896 m, A2 – 1.082 m, A3 – 1.190 m) e razão sexual coletadas na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016.

| Tribo | Espécies | A1 | A2 | A3 | N |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Ephialtini | <i>Acrotaphus</i> sp. nov. | - | - | 6 | 1♀, 5♂ |
| | <i>Calliephialtes</i> sp.1 | - | 1 | 1 | 2♀ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.1 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.2 | - | 1 | - | 1♂ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.3 | - | 3 | 9 | 12♀ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.4 | 1 | 4 | 2 | 7♀ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.5 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Clistopyga</i> sp.6 | - | - | 1 | 1♂ |
| | <i>Clydonium</i> sp.1 | 1 | - | - | 1♂ |
| | <i>Clydonium</i> sp.2 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Clydonium</i> sp.3 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Dolichomitus</i> sp.1 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Dolichomitus</i> sp.2 | 6 | 4 | 4 | 13♀, 1♂ |
| | <i>Dolichomitus</i> sp.3 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Dolichomitus</i> sp.4 | 1 | - | - | 1♂ |
| | <i>Eruga</i> sp.1 | 9 | 3 | - | 12♀ |
| | <i>Eruga</i> sp.2 | 2 | - | - | 2♀ |
| | <i>Eruga</i> sp.3 | 3 | - | - | 3♀ |
| | <i>Eruga</i> sp.4 | - | 2 | 1 | 3♀ |
| | <i>Hymenoepimecis</i> sp.1 | 1 | - | 1 | 2♀ |
| | <i>Hymenoepimecis</i> sp.2 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Hymenoepimecis</i> sp.3 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Hymenoepimecis</i> sp.4 | - | 2 | - | 1♀, 1♂ |
| | <i>Hymenoepimecis</i> sp.5 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Iseropus</i> sp.1 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Iseropus</i> sp.2 | - | 1 | 1 | 2♀ |
| | <i>Iseropus</i> sp.3 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Polysphincta</i> sp. nov. 1 | 12 | 1 | - | 13♀ |
| | <i>Polysphincta</i> sp. nov. 2 | - | - | 2 | 2♀ |
| | <i>Scambus</i> sp.1 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Zaglyptus</i> sp.1 | - | 1 | 1 | 2♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.1 | 1 | 4 | - | 5♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.2 | 1 | 4 | - | 5♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.3 | - | 2 | - | 2♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.4 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.5 | 1 | 3 | 2 | 6♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.6 | 6 | 5 | 6 | 16♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.7 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.8 | - | 1 | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.9 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.10 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.11 | 1 | - | - | 1♀ |
| | <i>Zatypota</i> sp.12 | - | 2 | - | 2♀ |
| <i>Zatypota</i> sp.13 | - | 1 | - | 1♀ | |

Tabela 8. Continuação...

| | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|------------|
| | <i>Zonopimpla agullari</i> Gauld, 1991 | - | - | 1 | 1♂ |
| | <i>Zonopimpla carolinae</i> Gauld, 1991 | 21 | 13 | 3 | 31♀, 6♂ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.1 | 6 | 2 | - | 3♀, 5♂ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.2 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.3 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.4 | - | 1 | 2 | 3♀ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.5 | - | 3 | 2 | 5♀ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.6 | - | 2 | - | 2♂ |
| | <i>Zonopimpla</i> sp.7 | - | - | 2 | 2♀ |
| Pimplini | <i>Apechthis zapoteca sarsinae</i> Costa Lima, 1951 | - | 2 | 2 | 4♀ |
| | <i>Itopectis</i> sp.1 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Itopectis</i> sp.2 | - | - | 9 | 6♀, 3♂ |
| | <i>Neotheronia charli</i> Gauld, 1991 | - | - | 2 | 2♀ |
| | <i>Neotheronia cyrusi</i> Gauld, 1991 | 2 | - | 1 | 3♂ |
| | <i>Neotheronia hespenheidei</i> Gauld, 1991 | 5 | 8 | 9 | 14♀, 8♂ |
| | <i>Neotheronia jugaldei</i> Gauld, 1991 | 6 | - | 6 | 12♂ |
| | <i>Neotheronia lineata</i> (Fabricius, 1804) | - | 1 | 1 | 2♂ |
| | <i>Neotheronia lloydi</i> Gauld, 1991 | 5 | 1 | 2 | 8♂ |
| | <i>Neotheronia matamorosi</i> Gauld, 1991 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Neotheronia montezuma</i> (Cresson, 1874) | - | 1 | 5 | 6♂ |
| | <i>Neotheronia murilloi</i> Gauld, 1991 | 1 | 1 | 3 | 1♀, 4♂ |
| | <i>Neotheronia tacubaya</i> (Cresson, 1874) | 3 | - | - | 2♀, 1♂ |
| | <i>Neotheronia tolteca</i> (Cresson, 1874) | 8 | 2 | 12 | 12♀, 10♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.1 | - | - | 2 | 2♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.2 | 4 | 4 | 2 | 4♀, 6♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.3 | 1 | - | - | 1♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.4 | 3 | 1 | 3 | 5♀, 2♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.5 | - | 1 | - | 1♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.6 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.7 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.8 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.9 | - | 1 | 2 | 3♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.10 | - | - | 2 | 2♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.11 | 2 | 1 | 1 | 4♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.12 | - | - | 1 | 1♀ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.13 | 1 | - | - | 1♂ |
| | <i>Neotheronia</i> sp.14 | - | - | 1 | 1♂ |
| | <i>Pimpla azteca</i> Cresson, 1874 | 1 | 1 | - | 1♀, 1♂ |
| | <i>Pimpla caerulea</i> Brullé, 1846 | 143 | 77 | 105 | 104♀, 221♂ |
| | <i>Pimpla croceiventris</i> (Cresson, 1868) | 5 | - | 19 | 2♀, 22♂ |
| | <i>Pimpla perssoni</i> Gauld, 1991 | 4 | 4 | 2 | 10♀ |
| | <i>Pimpla sumichrasti</i> Cresson, 1874 | 14 | 1 | 7 | 1♀, 21♂ |
| | <i>Pimpla</i> sp.1 | 4 | 1 | 3 | 8♂ |
| <i>Pimpla</i> sp.2 | 2 | 2 | - | 3♀, 1♂ | |
| <i>Pimpla</i> sp.3 | - | 1 | 6 | 2♀, 5♂ | |
| <i>Pimpla</i> sp.4 | 1 | - | 1 | 2♂ | |
| <i>Xanthopimpla aurita</i> Krieger, 1915 | - | - | 1 | 1♀ | |
| TOTAL | 293 | 184 | 268 | 745 | |

4.2.4 Descrição das novas espécies

Gênero *Acrotaphus*

Acrotaphus Townes, 1960 pertence ao grupo de gêneros *Polysphincta* (WAHL & GAULD, 1998) ou *Polysphinctini* (TOWNES, 1969) e é encontrado no Novo Mundo com dez espécies conhecidas, das quais nove ocorrem na região Neotropical e duas no Brasil (YU *et al.*, 2016). Suas espécies são ectoparasitoides cenobiontes exclusivos de aranhas das famílias Araneidae e Tetragnathidae (GAULD *et al.*, 2002; GAULD & DUBOIS, 2006). Apresentam geralmente atividade noturna, podendo ser atraídos por meio de sinais cairormoniais da seda de aranhas que tecem teias orbitais durante a noite (GAULD, 1991). São adaptados para localizar seus hospedeiros em ambiente escuro, além de também possuírem cor amarela ou alaranjada e ocelos grandes.

Diagnose (GAULD, 1991; TOWNES & TOWNES, 1960): corpo delgado; asa anterior de 6 a 18 mm com bandas pretas e amarelas; areolete ausente; cabeça arredondada; olhos grandes, quase tocando a base das mandíbulas; clípeo plano a fracamente côncavo; gena estreita; carena occipital fortemente evidente, levantada; ocelli grande, nas fêmeas a margem do ocelli toca a margem do olho; epomia ausente; pronoto alongado; carena epicnemial fortemente evidente ventralmente; mesoescuto liso, com poucas cerdas no notauli; carena submetapleural ausente; propódeo muito curto sem carenas. Asa anterior com veia *3rs-m* ausente, mas sempre com *2rs-m* longa; asa posterior com primeira abscissa de *M+Cu1* direto ou anglo proximal fracamente ao centro; abscissa distal de *Cu1* presente, juntando *cu-a* mais ou menos equidistante entre *M* a *1A*, ou perto de *1A*. Metassoma e pernas delgados; tergitos 2-4 apresentam depressões lateromediais; ovipositor reto com 1,1-1,7 vezes o comprimento da tíbia posterior, gradualmente afilado no ápice.

***Acrotaphus* sp. nov.**

(Figuras 34-39)

Fêmea (Holótipo) (Figura 34): Comprimento do corpo 14,7 mm; comprimento da asa anterior 13,2 mm; comprimento da asa posterior 9,8 mm; antena quebrada; face inferior 0,9-1,0 vezes mais larga do que comprida, clípeo convexo (Figura 35); mandíbula atingindo a margem do olho. Cabeça em vista dorsal com gena côncava

atrás dos olhos; ocelli excepcionalmente grande atingindo a margem dos olhos (Figura 36). Pronoto longo, de modo que a distância da parte de trás da cabeça até a tégula é cerca de 0,4 vezes a distância da tégula até a margem posterior do propódeo; epomia ausente; mesoscuto liso; escutelo convexo; mesopleura e metapleura com pêlos uniformemente distribuídos, exceto a região postero-central que é lisa; carena epicnemia presente fortemente ventralmente, alongada lateralmente alcançando o nível mais baixo do pronoto; metapleura sem carena submetapleural. Propódeo liso, anteriormente e lateralmente com pêlos finos, espiráculo propodeal oval. Asa anterior com veia *cu-a* mais ou menos oposta a base da *Rs & M*, *2rs-m* com cerca de 0,6-0,7 vezes mais comprida do que a abscissa de *M* entre *2rs-m* e *2m-cu*; asa posterior com abscissa de *Cu1* entre *M* e *cu-a* 1,0 vezes a largura de *cu-a*. Metassoma delgado com tergitos 1-3 com pêlos mais espaçados e tergito 4+ com muitos pêlos. Tergito 1 de 1,7-2,3 vezes mais comprido do que largo com carenas posteriormente e lateralmente somente presentes na região anterior; tergito 2 de 1,3-2,0 vezes mais comprido do que largo posteriormente; tergito 3 de 1,2-1,3 vezes mais comprido do que largo posteriormente; esternito 1 com um inchaço próximo da extremidade posterior. Ovipositor reto, 6,3 mm de comprimento e 1,4 vezes o comprimento da tíbia posterior, apicalmente muito fino.

Cabeça preta com partes bucais amarelo alaranjadas, cípeo alaranjado ou castanho. Antena preta ventralmente e dorsalmente na região basal; mesossoma, metassoma (Figura 37) e ovipositor alaranjado. Pernas anteriores e médias alaranjadas; pernas posteriores alaranjadas com fêmur, tíbia e tarsos marrom alaranjado; asa anterior amarelada com bandas acastanhadas (uma antes do pterostigma e uma após a veia *2rs-m*), pterostigma amarelo. Ovipositor alaranjado e com bainhas pretas.

Macho (Figura 38): Similar à fêmea, exceto pelo comprimento do corpo menor que da fêmea, comprimento da asa anterior 7,9-11,2 mm; ocelli menor, lateralmente separado da margem do olho por cerca de 0,5 vezes o seu próprio diâmetro (Figura 39); metassoma um pouco mais robusto que o da fêmea, com tergito 1 curto; e tergito 6+ enegrecido.

Material examinado (5♂, 1♀): 1 ♀ (DCBU 209459). Brasil, SP, Jundiaí, Reserva Biológica da Serra do Japi, S 23°13'56", W 46°56'29", Mata Atlântica, 30-XII-2015,

1190 m, A. S. Soares & L. A. M. Soares col.; 3 ♂ (DCBU 209454, 320052, 320054), 30-XII-2015; 1 ♂ (DCBU 209460), 02-II-2016; e 1 ♂ (DCBU 320053), 08-V-2016.

Comentários: *Acrotaphus* sp. nov. difere de *A. tibialis* Cameron pelo metassoma uniformemente alaranjado na fêmea de *A. sp. nov.* e metassoma alaranjado (Figura 37) com tergitos 6+ pretos em *A. tibialis*; ovipositor alaranjado em *A. sp. nov.* e preto ou marrom avermelhado em *A. tibialis*; perna posterior com coxa alaranjada e tibia, fêmur e tarso castanho em *A. sp. nov.*, e perna posterior alaranjada com fêmur, distal 0,3 da tibia e tarso castanho-avermelhado escuro a enegrecido em *A. tibialis*; asa anterior com *2rs-m* sempre menor que a abscissa de *M* entre *2rs-m* e *2m-cu*; asa posterior com abscissa de *Cu1* entre *M* e *cu-a* 0,5-1,0 vezes o comprimento de *cu-a*.

4.2.4.1 Chave para espécies de *Acrotaphus*

Modificado de Gauld (1991) e Gauld *et al.* (1998)

1. Fêmea; ovipositor projetando-se conspicuamente no ápice do metasoma.....2
 - Macho.....7
2. Cabeça, em vista dorsal, com ocelos muito grandes, lateralmente tocando a margem do olho; gena côncava atrás do olho; metassoma delgado, tergito 3 > 1,3 vezes mais comprido do que largo posteriormente..... 3
 - Cabeça, em vista dorsal, com ocelos moderadamente grandes, lateralmente separado da margem do olho mais de 0,2 vezes o seu próprio diâmetro máximo; gena estreita atrás do olho, mas não côncava; metassoma moderadamente delgado, tergito 3 < 1,2 vezes mais comprido do que largo posteriormente..... 6
3. Carena epicnemia somente presente ventralmente, não se estendendo na face lateral da mesopleura; coxa posterior enegrecida; metassoma com margens posteriores do tergito 2-4 estreitamente negro..... ***latifasciatus*** Cameron
 - Carena epicnemia que se estende lateralmente na mesopleura, o seu fim superior consegue alcançar aproximadamente o nível do canto mais baixo de pronoto; coxa posterior alaranjada; metassoma anteriormente mais ou menos inteiramente alaranjado, margens posteriores de tergito 2-4 não marcado em preto..... 4

4. Ovipositor 1,2-1,3 vezes maior que a tibia posterior; metassoma com tergitos 1-4 alaranjados, 5+ enegrecido, perna posterior com tibia mais ou menos inteiramente preta ou enegrecida **fasciatus** Brullé
- Ovipositor > 1,3 vezes maior que a tibia posterior; metassoma com tergitos inteiramente alaranjados ou 1-5 alaranjados, 6+ enegrecido; perna posterior com tibia inteiramente castanha alaranjada ou castanha amarelada com apenas 0,3 distal negra..... 5
5. Metassoma com tergitos inteiramente alaranjado (Figura 37); perna posterior alaranjada com fêmur e tibia inteiramente marrom alaranjada (Figura 34)**sp. nov.**
- Metassoma com tergitos 1-5 alaranjados, 6+ enegrecido; perna posterior com tibia alaranjada ou castanho amarelada, com apenas 0,3 distal negro..... **tibialis** Cameron
6. (5). Mesossoma alaranjado com protórax, mesoscudo e parte anterior da mesopleura preta; coxa posterior distalmente enegrecida; escutelo, de perfil, simplesmente convexo **franklini** Gauld
- Mesossoma e coxa posterior inteiramente alaranjado; escutelo, de perfil, quase piramidal..... **chedelae** Gauld
- 7 (6). Cabeça em vista dorsal com ocelos muito grandes, a lateral mais ou menos tocando a margem do olho; carena epicnemia presente somente ventralmente, não se estendendo na face lateral da mesopleura; metassoma com margens posteriores dos tergitos 2-4 estreitamente negros **latifasciatus** Cameron
- Cabeça em visão dorsal com ocelos moderadamente grandes separados da margem do olho por 0,1 ou mais vezes seu próprio diâmetro máximo; carena epicnemia se estende lateralmente na mesopleura, o seu fim superior atinge aproximadamente o nível do canto mais baixo do pronoto; metassoma com tergitos 2-4 geralmente totalmente laranjas 8
- 8 (7). Mesossoma alaranjado com protórax, mesoscudo e parte anterior da mesopleura preto; metassoma bastante robusto, com tergito 3 transverso, < 1,0 vezes mais comprido do que largo posteriormente **franklini** Gauld
- Mesossoma inteiramente alaranjado; metassoma bastante delgado, com tergito 3 alongado, > 1,10 vezes mais comprido do que largo posteriormente..... 9

- 9 (8). Metassoma com tergitos 1-4 alaranjados, 5+ enegrecido; perna posterior com tibia mais ou menos inteiramente preta ou enegrecida **fasciatus** Brullé
- Metassoma com tergitos 1-5 alaranjados, 6+ enegrecido; perna posterior com tibia inteiramente alaranjada ou castanho amarelada, ou tibia castanho amarelada com apenas 0,3 distal preta..... 10
10. Perna posterior alaranjada com tibia inteiramente alaranjada ou castanho amarelada (Figura 38) **sp. nov.**
- Perna posterior com tibia castanho amarelada, com apenas 0,3 distal preta..... **tibialis** Cameron

Gênero *Polysphincta*

Polysphincta Gravenhorst, 1829 é o gênero também pertencente ao grupo de gêneros *Polysphinctini* e é encontrado na região Holártica e Neotropical. Apresenta vinte e sete espécies descritas, nove na região Neotropical e duas no Brasil (YU *et al.*, 2016). Na América do Norte e na Europa, suas espécies são parasitoides de aranhas da família Araneidae que constroem tecidos orbiculares (FITTON *et al.*, 1988; GAULD *et al.*, 1998). A *Polysphincta* é um grupo parafilético em relação à linhagem *Acrotaphus* e difere por apresentar epomia e cabeça posteriormente sem carena occipital levantada.

Diagnose (GAULD, 1991): insetos pequenos, predominantemente de coloração preta ou castanho alaranjada; comprimento da asa anterior 3,0-7,5 mm; clipeo não dividido em partes basais e apicais; palpos maxilares não excepcionalmente longos; carena occipital forte e completa; pronoto moderadamente longo; epomia presente ou ausente; mesoescudo liso, polido e glabro; carena epicnemial forte ventralmente, estendendo lateralmente quase ou acima do nível do canto mais baixo do pronoto; propódeo moderadamente longo sem inchaço na região posterolateral, dorsalmente liso e sem carena; carena pleural ausente; nas fêmeas os lobos na garras são muito grandes. Asa anterior com veia *rs-m* ausente, *2rs-m* muito curta, mas sempre presente; asa posterior com a primeira abscissa de *M+Cu1* moderadamente curvada ligeiramente distal ao seu centro; abscissa de *Cu1* presente ou ausente, quando

presente *cu-a* é mais perto de *1A* do que *M*. Metassoma moderadamente delgado; tergitos 2-5 liso com depressões lateromediais; ovipositor reto, ligeiramente curvado para baixo, ou apicalmente curvado para cima; 0,8-1,4 vezes maior que o comprimento da tíbia posterior, e com ápice alongado afilado a um ponto muito fino, dente apical não distinto.

***Polysphincta* sp. nov. 1**

(Figuras 40-46)

Fêmea (Holótipo) (Figura 40). Comprimento do corpo 6,0 mm; comprimento da asa anterior 4,0 mm; comprimento da asa posterior 3,0 mm; antena com 26 segmentos; parte inferior da face mais larga do que longa, lisa com alguns pêlos, clípeo fracamente convexo com margem apical truncada (Figura 41); espaço malar cerca de 0,5 vezes mais comprido do que a largura mandibular basal. Cabeça em vista dorsal com gena moderadamente longa, estreitado atrás dos olhos; ocelli moderadamente grande, a lateral separada do olho por um pouco menos que seu próprio diâmetro máximo. Pronoto com epomia muito forte e longa (Figura 42), sem projeção mediodorsal, com um sulco transversal com quilha longitudinal mediodorsal incompleta; mesoscudo liso e polido, com notauli ligeiramente impresso anteriormente; escutelo convexo, não caretinizado lateralmente; mesopleura convexa, lisa e altamente polida sem carena submetapleural e pêlos finos; carena epicnemial ventralmente forte (Figura 43). Propódeo, mediodorsalmente liso e polido, com duas projeções medianas anteriores e impressões posterolaterais próximas à margem anterior. Asa anterior com a veia *cu-a* distal à base de *Rs&M* por 0,2 vezes o seu próprio comprimento; base de *1m-cu* separada de *Cu1a* subequal a *Cu1b*; asa posterior com abscissa distal de *Rs* mais comprida que *rs-m*. Metassoma delgado com todos os tergitos altamente polidos, no máximo com apenas alguns pêlos no centro. Tergito 1 1,2 vezes mais comprido que largo posteriormente, dorsalmente com carena longitudinal lateromediana discernível anteriormente; tergito 3 1,1 vezes mais comprido que largo posteriormente; esternito 1 com uma dilatação próxima da extremidade posterior (Figura 44) e com uma crista longitudinal mediana fraca anteriormente. Ovipositor reto, 1,4-1,8 vezes maior que a tíbia posterior, apicalmente uniformemente afilado até um ponto agudo; placa subgenital subquadrada.

Cabeça preta com peças bucais esbranquiçadas (Figura 41); exceto a ponta da mandíbula. Antena marrom escura; mesossoma alaranjado, com exceção da tégula, que é esbranquiçada, e do propódeo, que é anteriormente negro. Pernas anteriores amareladas exceto coxa, trocânter e trocântelo esbranquiçado; as pernas médias esbranquiçadas, exceto o trocânter basalmente, fêmur, tíbia e tarso apicalmente; as pernas posteriores esbranquiçadas, exceto o trocânter basalmente, fêmur e tíbia basal e apicalmente, e a maioria dos tarsômeros, enegrecidas. Asas hialinas, pterostigma enegrecidos. Metassoma com tergitos castanhos; tergito 1 com margem apical enegrecida, esternitos brancos com marcas laterais marginais e a maior parte da placa subgenital enegrecida. Ovipositor acastanhado (Figura 45) com bainhas pretas.

Macho. Desconhecido

Material examinado (13♀): 1 ♀ (DCBU 320055). Brasil, SP, Jundiaí, Reserva Biológica da Serra do Japi, S 23°14'32 ", W 46°56'10 ", Mata Atlântica, 22-X-2015, 1.082 m, A. S. Soares e L. A. M. Soares col.; 2 ♀ (DCBU 320056, DCBU 320057), 22-X-2015, S 23°13'47 ", W 46°55'23 ", 896 m; 1 ♀ (DCBU 320059), 30-XII-2015, S 23°13'47 ", W 46°55'23 ", 896 m; 1 ♀ (DCBU 320060), 13-VI-2016, S 23°13'47 ", W 46°55'23 ", 896 m; 5 ♀ (DCBU 320061, DCBU 320065), 25-X-2016, S 23°13'47 ", W 46°55'23 ", 896 m; 3 ♀ (DCBU 320066, DCBU 320068), 04-IX-2016, S 23°13'47 ", W 46°55'23 ", 896 m.

Comentários: *Polysphincta* sp. nov. 1 é semelhante a *P. purcelli* Gauld, 1991, mas não apresenta uma crista longitudinal mediodorsal completa projetando-se para frente a partir do lábio posterior do pronoto cruzando o sulco transversal profundo. Essas duas espécies compartilham a asa posterior com abscissa distal de *Cu1* ausente (Figura 46), *Cu1* & *cu-a* não inclinada em sua posição anterior e a parte inferior da face de 0,6-0,7 vezes mais larga que longa. Difere de *P. mascoi* Gauld, 1951, pela coloração geral e por apresentar a asa posterior com abscissa distal de *Cu1* ausente, *Cu1* & *cu-a* não inclinada em sua posição anterior e a parte inferior da face alongada. Esta nova espécie difere de *P. thoracica* (Cresson, 1974) pela coloração geral, antena mais longa que o metassoma; Difere de *P. townesorum* De Santis & Millan, 1968 pela coloração geral, sem carena submetapleural, nervo não intersticial e metassoma liso, polido e glabro.

***Polysphincta* sp. nov. 2**

(Figuras 47 a 51)

Fêmea (Holótipo) (Figura 47). Comprimento do corpo 10,0 mm; comprimento da asa anterior 7,0 mm; comprimento das asas posteriores 5,0 mm; antena com 30 segmentos; parte inferior da face 1,2 vezes mais larga que longa, com pêlos esparsos altos, lisos (Figura 48); clipeo fracamente convexo com margem apical truncada; espaço malar cerca de 0,5 vezes mais comprido que a largura mandibular basal. Cabeça em vista dorsal com gena moderadamente longa, fortemente estreitada atrás de olhos; ocelli moderadamente grande, a lateral separada do olho pelo seu próprio diâmetro máximo. Pronoto com epomia muito forte, longa, sem projeção mediodorsal, pronoto com um sulco transversal com uma quilha mediodorsal longitudinal incompleta; mesoscudo liso e polido, com notauli moderadamente impresso anteriormente; escutelo convexo, não caretinizado lateralmente; mesopleura polida e glabra; carena epicnemial não atingindo o nível do canto inferior do pronoto, ventralmente forte e com duas projeções posteriores (Figuras 49 e 50); metapleura convexa, lisa e altamente polida, sem uma carena submetapleural discernível. Propódeo, mediodorsalmente liso e polido, com impressões póstero-laterais próximas à margem anterior. Asa anterior com *cu-a* distal à base de *Rs&M* 0,25 vezes o seu próprio comprimento; base de *1m-cu* separada de *Cu1a* mais que o comprimento de *Cu1b*; asa posterior com abscissa distal de *Rs* maior que *rs-m*. Metassoma delgado com todos os tergitos altamente lisos e polidos, no máximo com apenas algumas pêlos lateralmente; tergito 1 fracamente expandido posteriormente, 1,1 vezes mais comprido do que largo posteriormente, dorsalmente com carena longitudinal lateromediana somente discernível anteriormente; esternito 1 com um inchaço fraco próximo da extremidade posterior e com uma crista longitudinal mediana curta anteriormente; tergito 3 transversal 1,2 vezes mais comprido do que largo. Ovipositor reto, 1,5 vezes maior que a tíbia posterior, apicalmente uniformemente afilado até um ponto agudo; placa subgenital subquadrada.

Cabeça preta com partes bucais alaranjadas (Figura 48); exceto a ponta das mandíbulas. Antenas marrom muito escuro; mesossoma, pernas anteriores e médias alaranjadas, e as pernas posteriores enegrecidas. Asas fracamente infundem, pterostigma enegrecido. Metassoma com tergitos marrons, com marcas brancas na

margem basal e um enegrecido na margem apical, esternitos brancos, exceto a placa subgenital enegrecida. Ovipositor marrom com a bainha preta.

Macho. Desconhecido

Material examinado (2♀): 2 ♀ (DCBU 320069, DCBU 320070). Jundiaí, SP Brasil, Reserva Biológica da Serra do Japi, S 23°13'56 ", W 46°56'29 ", Mata Atlântica, 30-XII-2015, 1.190 m A. S. Soares e L. A. M. Soares col.

Comentários: *Polysphincta* sp. nov. 2 compartilha com *P. purcelli*, *P. mascoi* e *P. sp. nov. 1* a ausência da carena submetapleural, epomia longa e fortemente levantada. Difere das outras espécies de *Polysphincta* pelas asas esfumadas de *P. purcelli*, e pelo sulco mediodorsal transversal do pronoto sem uma quilha levantada longitudinalmente. Esta espécie compartilha com *P. gutfreudi* Gauld, 1991 a asa posterior com abscissa distal de *Cu1* distinta quase alcançando a margem de asa (Figura 51), mas apresenta a perna posterior inteiramente preta e o tergito 1 castanho com os cantos anteriores brancos e margem apical preto. De *P. thoracica* esta nova espécie difere pela coloração geral e pelo ovipositor mais da metade do metassoma. De *P. townesorum* difere pela coloração geral, sem carena submetapleural, nervo não intersticial; metapleura e metassoma lisos, polidos e glabros. *P. sp. nov. 2* difere de *P. sp. nov. 1* pelas dimensões, carena epicnemia forte e com duas projeções ventrais, pela nervação das asas posteriores e pela coloração geral.

4.2.4.2 Chave para espécies de *Polysphincta*

Modificado de Gauld (1991) e Gauld *et al.* (1998)

1. Carena submetapleural completa; fêmea com ovipositor 0,8-0,9 vezes o comprimento da tibia posterior; tergito 3 do metassoma 0,8-0,9 vezes mais comprido que largo posteriormente 2
- Carena submetapleural ausente; fêmea com ovipositor 1,2-1,4 vezes o comprimento da tibia posterior; tergito metassomal 3 alongado, 1,1-1,3 vezes mais comprido que largo posteriormente 4

2. Asa posterior com abscissa distal de *Cu1* ausente; tibia posterior preta acastanhada com extremidade proximal e ápice distal branco; tergito 2 enegrecido com regiões anterior e anterolateral amplamente brancas.....**janzeni** Gauld
- Asa posterior com abscissa distal de *Cu1* distinta; tibia posterior branca com uma banda distal apical e sub-basal proximal preta; tergito 2 inteiramente preto..... 3
3. Face negra, apenas o ápice do clipeo branco; mesoscudo com pêlos anteriormente isolados ou mais ou menos amplamente glabros..... **gutfreundi** Gauld
- Face inferior branco creme; mesoscudo coberto com uma pubescência curta densamente distribuída..... **naranjae** Gauld *et al.*
4. Epomia longa e fortemente levantada; pronoto sem projeção mediodorsal semelhante a uma prateleira 5
- Epomia ausente; pronoto com projeção mediodorsal semelhante a uma prateleira, que se origina próxima a margem posterior e se estende para a frente.....8
5. Pronoto mediodorsalmente com um sulco transversal que não é interrompido centralmente6
- Pronoto mediodorsalmente variável 7
6. Asa posterior com abscissa distal de *Cu1* ausente (Figura 46), mesotórax alaranjado (Figura 40) **sp. nov. 1**
- Asa posterior com abscissa distal de *Cu1* vestigial, mas sua posição é discernível por uma angulação em *Cu1&cu-a*; mesotórax negro..... **mascoi** Gauld
7. Pronoto mediodorsalmente com uma quilha longitudinal levantada que cruza centralmente o sulco transversal **purcelli** Gauld
- Pronoto mediodorsalmente com um sulco transversal que não é interrompido centralmente **sp. nov. 2**
- 8 (6). Escapo ventralmente branco; perna posterior predominantemente branca com marcas pretas no trocânter, fêmur, tibia e tarso; ovipositor 1,1-1,2 vezes maior que a tibia posterior; fêmea com placa subgenital transversal..... **dizardi** Gauld

- Escapo ventralmente preto; perna posterior com coxa laranja avermelhada, o restante enegrecido ou com fêmur avermelhado; ovipositor 1,2-1,4 vezes maior a tibia posterior; fêmea com placa subgenital ligeiramente alongada.....**shabui** Gauld

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que as subfamílias Cryptinae, Pimplinae, Campopleginae, Ichneumoninae e Orthocentrinae constituem a maior parte da fauna de Ichneumonidae da Reserva Biológica da Serra do Japi. Os gêneros *Pimpla* e *Neotheronia*, assim como em outros trabalhos, representaram a subfamília Pimplinae como os mais abundantes e *P. caerulea* com quase a metade do número de espécimes encontrados.

A fauna de Pimplinae representada no estudo foi predominantemente de parasitoides generalistas e não seguiu o que ocorreu com os Ichneumonidae em geral que foram cenobiontes e especialistas, o que difere da hipótese de que há menor diversidade de Ichneumonidae cenobiontes nas regiões tropicais.

A menor altitude (896 m) e maior altitude (1.190 m) apresentam maior similaridade quantitativa devido à maior abundância encontrada de espécimes de Ichneumonidae e Pimplinae, podendo estar relacionada à maior disponibilidade de hospedeiros, mesmo que neste estudo essas áreas sejam caracterizadas pelo clima mais seco. No entanto, em relação a distribuição durante o ano foi encontrada maior frequência de espécimes nos períodos quentes e chuvosos.

De acordo com a Relação Espécie-Área (SAR), nas menores altitudes (que cobrem uma área maior) houve maior riqueza de Ichneumonidae, porém essa relação não ocorreu para os Pimplinae, apresentando maior riqueza em maiores altitudes (que cobrem uma área menor). A existência de mudança ambiental como o aumento da precipitação com a altitude ou a diminuição da temperatura com a mesma, acarretam respostas das espécies que sofrem influência dessa variação.

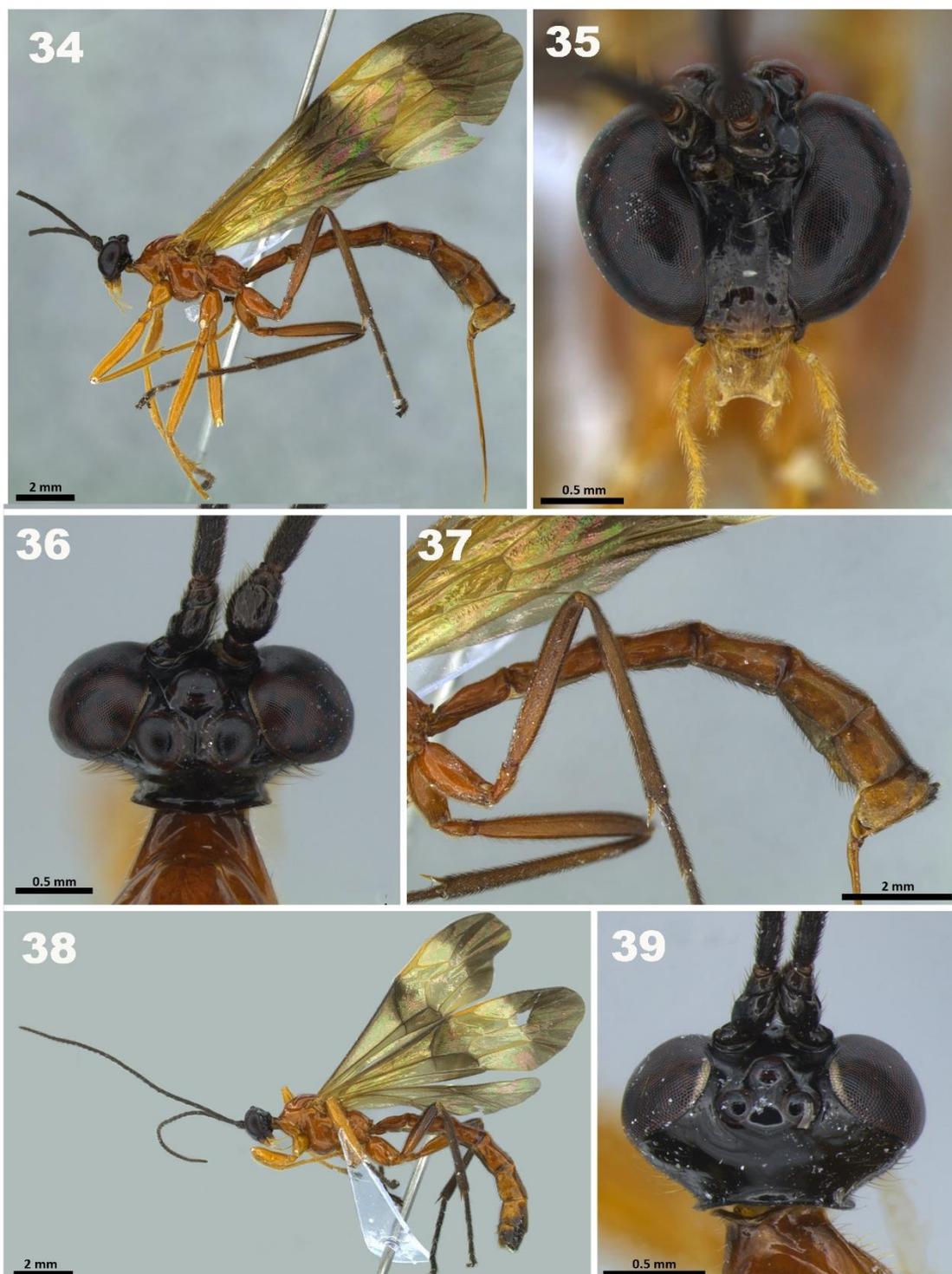
Para os espécimes de Pimplinae foi encontrado um elevado *turnover* na maior altitude em relação às outras, onde a composição biótica e abiótica pode ser diferente e que pode representar uma área de endemismo. Foram encontrados 26

morfoespécies e quatro gêneros (*Acrotaphus*, *Itoplectis*, *Scambus* e *Xanthopimpla*) que ocorreram exclusivamente na maior altitude.

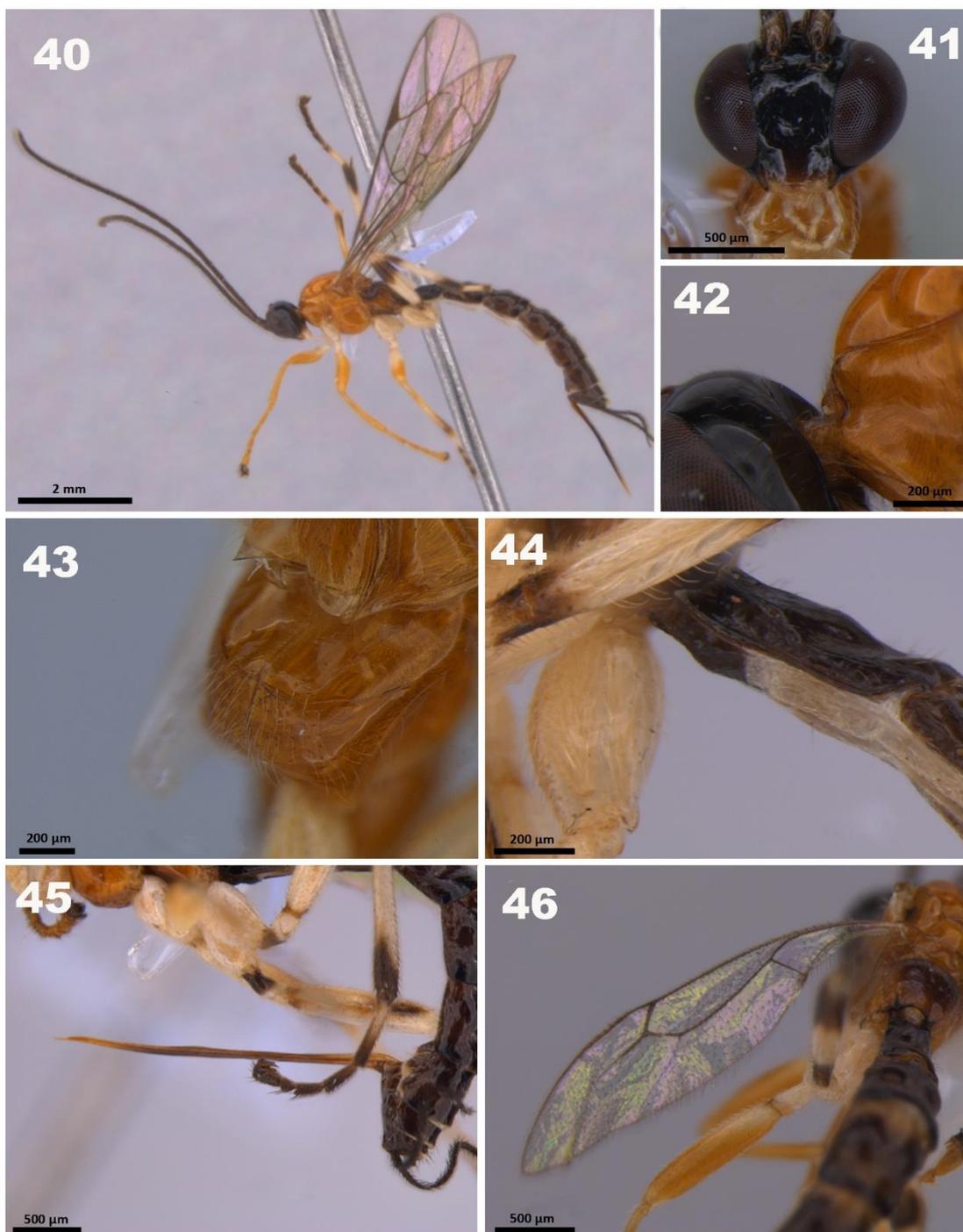
Dentro dos grupos amostrados, foram encontradas três espécies novas na subfamília Pimplinae: uma do gênero *Acrotaphus* e duas do gênero *Polysphincta*. A espécie *Acrotaphus* sp. nov. e *Polysphincta* sp. nov. 2 foram encontrados na maior altitude, mostrando novamente que essa altitude pode exercer pressão seletiva, induzir respostas adaptativas aos parasitoides e promover a especiação. Além disso, os resultados encontrados neste estudo revelam que a fauna neotropical de Ichneumonidae é de grande importância para que seja ampliado o conhecimento de interações biológicas com o ambiente.

Consideramos, finalmente que a Serra do Japi, importante reserva natural de Mata Atlântica do Estado de São Paulo abriga importante fauna de Ichneumonidae e, em especial, os Pimplinae apresentam potencial para descobertas de espécies novas para a Ciência, o que deve estimular a continuidade dos estudos na região.

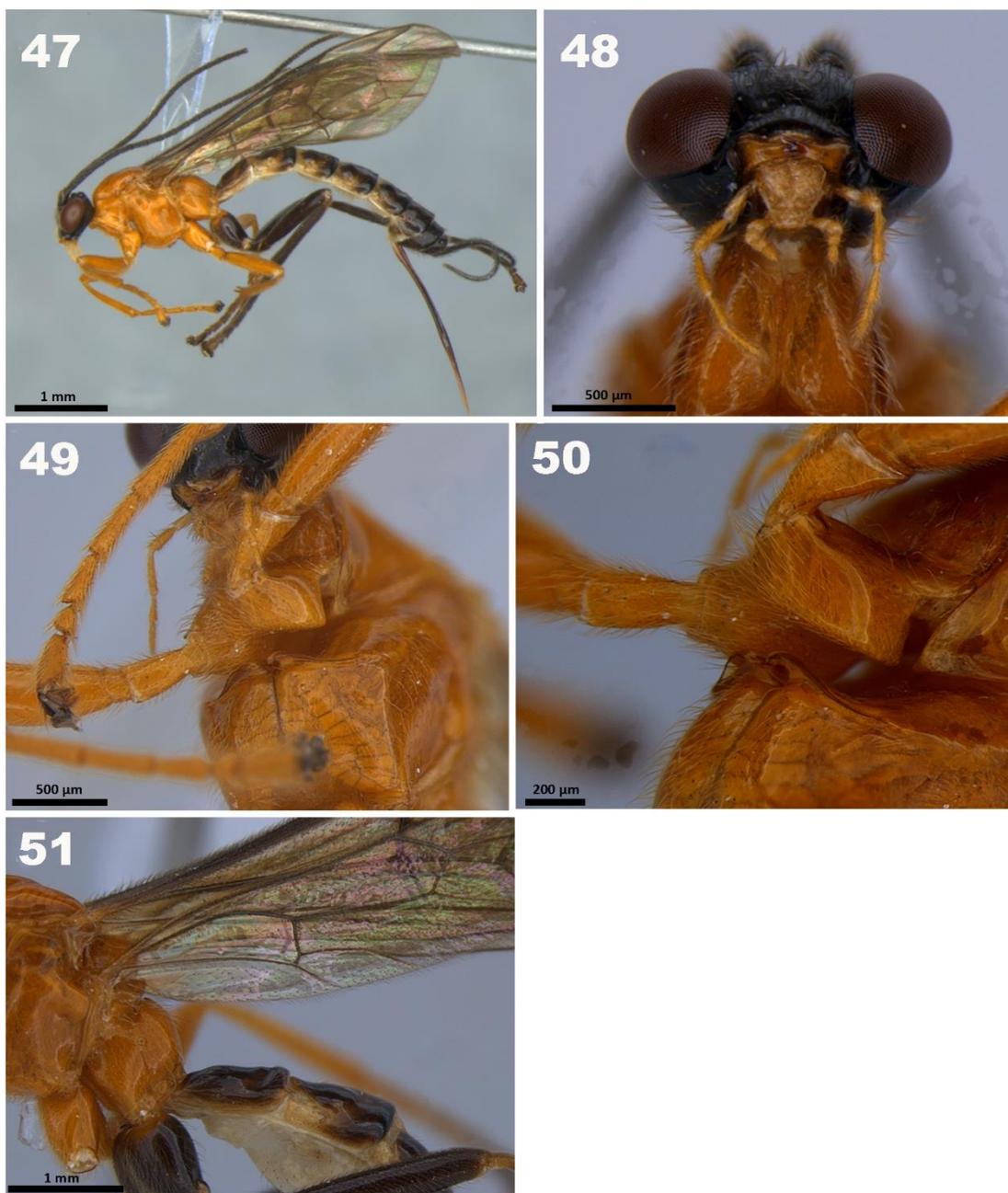
ANEXO – PRANCHAS



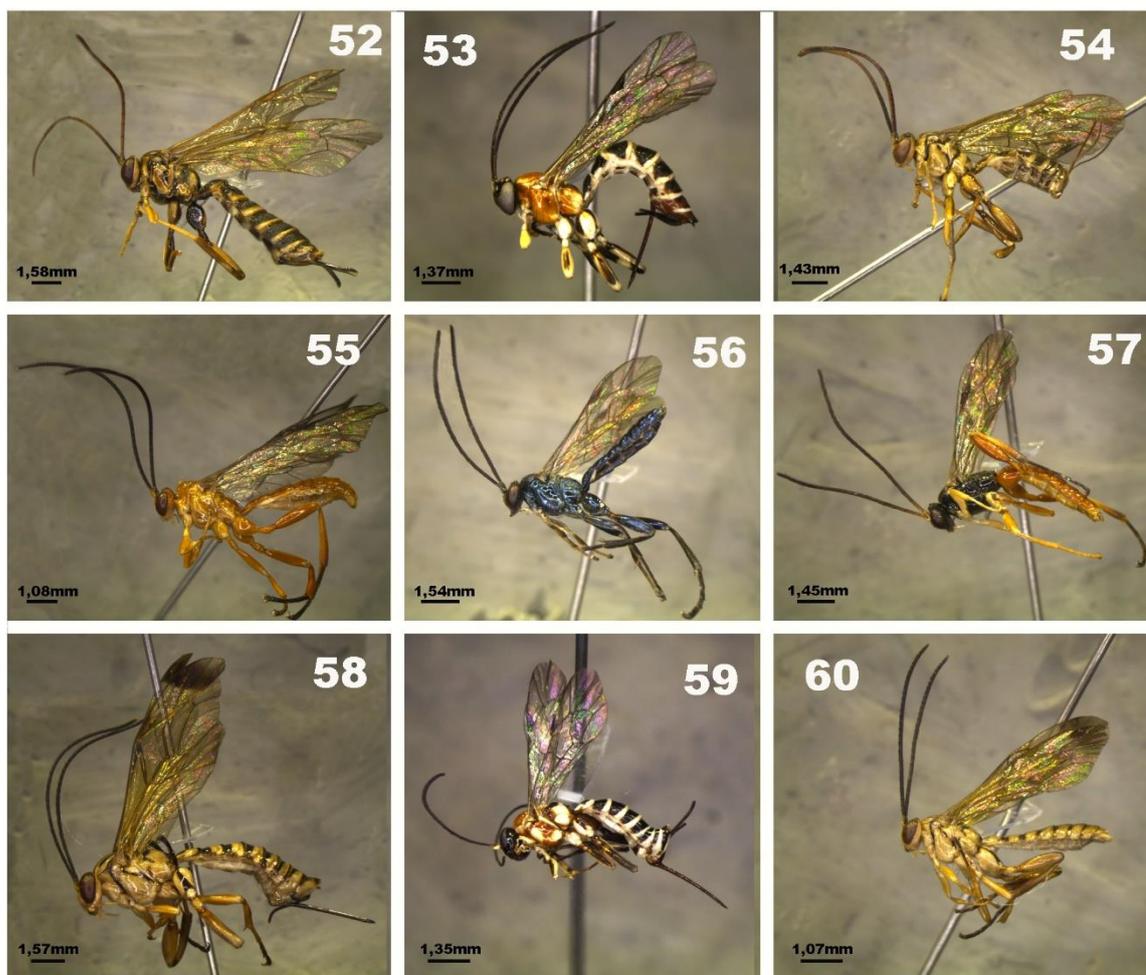
Figuras 34-37. *Acrotaphus* sp. nov. fêmea. 34, hábito; 35, face; 36, ocelos; 37, metassoma.
Figuras 38-39. *Acrotaphus* sp. nov. macho. 38, hábito; 39, ocelos.



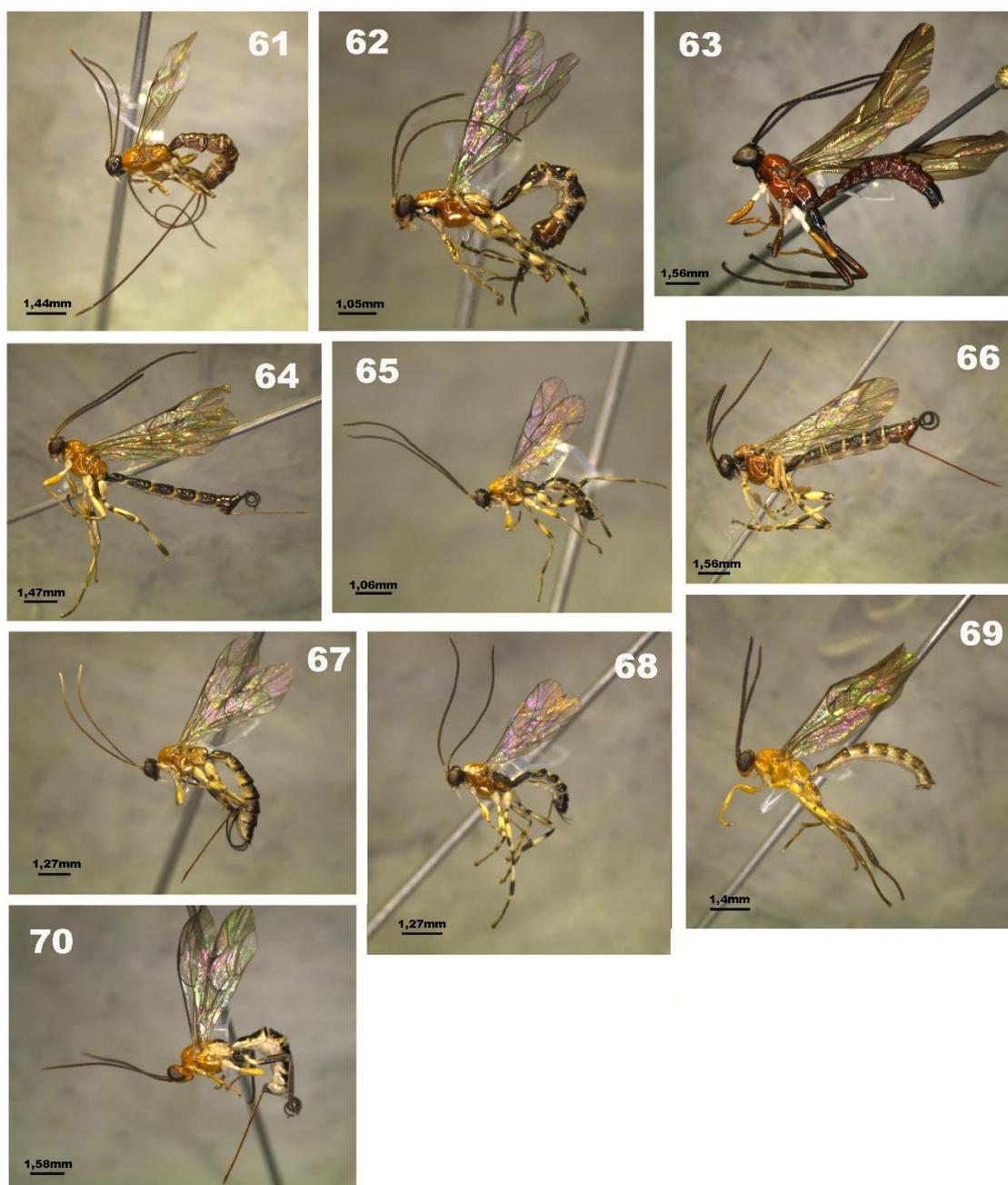
Figuras 40-46. *Polysphincta* sp. nov. 1, fêmea. 40, hábito; 41, face; 42, epomia; 43, carena epicnemial; 44, esternito 1; 45, ovipositor; 46, asa posterior.



Figuras 47-51. *Polysphincta* sp. nov. 2, fêmea. 47, hábito; 48, face; 49, carena epicnemial; 50, carena epicnemial aumentada; 51, asa posterior.



Figuras 52-60. Exemplos de espécies de Pimplinae (tribo Pimplini) coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. 52, *Apechthis zapoteca sarsinae*; 53, *Itoplectis* sp. 2; 54, *Neotheronia hespenheidei*; 55, *Neotheronia tolteca*; 56, *Pimpla caerulea*; 57, *Pimpla croceiventris*; 58, *Pimpla perssoni*; 59, *Pimpla* sp. 2; 60, *Pimpla sumichrasti*.



Figuras 61-70. Exemplos de espécies de Pimplinae (tribo Ephialtini) coletados na Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, no período de outubro de 2015 a outubro de 2016. 61, *Calliephialtes* sp. 1; 62, *Clistopyga* sp. 4; 63, *Clydonium* sp. 1; 64, *Dolichomitus* sp. 2; 65, *Eruga* sp. 1; 66, *Scambus* sp. 1; 67, *Zaglyptus* sp. 1; 68, *Zatypota* sp. 6; 69, *Zonopimpla aguilarj*; 70, *Zonopimpla carolinae*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, A. T.; MACHADO, R. M.; RYLANDS, A. B. Fauna Brasileira ameaçada de extinção. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, 62 pp, 1990.

BORROR, D. J. & DE LONG, D. M. Introdução ao estudo dos insetos. **Editores Edgar Blucher Ltda**, São Paulo, Brasil, v. 652, 1988.

BROAD, G.; SÄÄKSJÄRVI, I. E.; VEIJALAINEN, A.; NOTTON, D. Three new genera of Banchinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from South America. **Journal of Natural History**, 45: 1311–1329, 2011.

BRUNI, A. L. **SPSS aplicado à pesquisa acadêmica**. Atlas, 258pp, 2009.

CABRAL, J. M. C. S. Pesquisa e desenvolvimento na Embrapa: recursos genéticos e biotecnologia. **Palestra proferida aos alunos do Centro de Desenvolvimento Sustentável**, UnB, Brasília, 2007.

CARDOSO-LEITE, E.; PAGANI, M. I.; MONTEIRO, R.; HAMBURGUER, D. S. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiá, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, vol.19, n.2, p. 233-243, 2005.

CARRASCO-Z., F. Catalogo de la familia Ichneumonidae peruanos. **Revista Peruana de Entomologia**, 15 (2): 324-332, 1972.

CLAUSEN, C. P. **Entomophagous insects**. McGraw Hill Book: London, 968 pp, 1940.

COLWELL, R. K.; RAHBECK, C.; GOTELLI, N. J. The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far? **The American Naturalist**, 163, p. 1-23, 2004.

DUBOIS, J.; ROLLARD, C.; VILLEMANT, C.; GAULD, I. D. The phylogenetic position of parasitoids of spiders within Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). In: SAMU, F.; SZINETAR, C. S. (Eds) **Proceedings of the 20th European Colloquium of Arachnology**. Plant Protection Institute and Berzsenyi College, Budapest, 356 pp, 2002.

EGGLETON, P. & GASTON, K. J. "Parasitoid" species and assemblages: convenient definitions or misleading compromises? **Oikos**, 59: 417–421, 1990.

ERWIN, T. L.; PIMIENTA, C. M.; MURILLO, O. E.; ASCHERO, V. Mapping patterns of β -diversity for beetles across the Western Amazon Basin: a preliminary case for improving inventory methods and conservation strategies. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, 56: 72–85, 2005.

FERNÁNDEZ, F. & SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Universidad Nacional de Colombia, Sociedad Colombiana de Entomología, 894 pp, 2006.

FERNANDES, D. R. R.; SANTOS, B. F.; PÁDUA, D. G.; ARAUJO, R. O. 2015. Ichneumonidae in: Catálogo taxonômico da fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <<https://www.fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2248>>, Acesso em: 13 Jun. 2018.

FITTON, M. G., SHAW, M. R.; GAULD, I. D. Pimpline ichneumonflies. **Handbooks for the Identification of British Insects**, 7: 1-110, 1988.

GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. D. G. Atlantic Forest hotspot status: an overview. **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**, 1: 3-11, 2003.

GAULD, I. D. A revision of the Ophioninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Australia. **Australian Journal of Zoology Supplementary Series**, v. 25, n. 49, p. 1-112, 1977.

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

GAULD, I. D. A survey of the Ophioninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of tropical Mesoamerica with special reference to the fauna of Costa Rica. **Bulletin of the British Museum**, 57: 1–309, 1988.

GAULD, I. D. & BOLTON, B. **The Hymenoptera**. British Museum (Natural History), Oxford University Press, Oxford, 5th ed., 33p, 1988.

GAULD, I. D. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. **Memoirs of the American Entomological Institute**, 47: 1-589, 1991.

GAULD, I. D. & SHAW, S. R. The ichneumonidae families. In: HANSON, P.; GAULD, I. D. (Ed.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Gainesville: American Entomological Institute, p. 389-390, 1995.

GAULD, I. D. & BOLTON, B. **The Hymenoptera**. British Museum (Natural History), Oxford University Press, New York, p. 193-217, 1996.

GAULD, I. D. The Ichneumonidae of Costa Rica, 2. **Memoirs of the American Entomological Institute**, 57: 1-487, 1997.

GAULD, I. D. & BOLTON, B. **The Hymenoptera**. British Museum (Natural History), Oxford University Press, New York, 332 pp, 1998.

GAULD, I. D., GÓMEZ, J. A. U.; HANSON, P. S. Guía de los Pimplinae de Costa Rica (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Revista de Biología Tropical**, 46: 1–189, 1998.

GAULD, I.; SITHOLE, R.; GOMES, J. U.; ODOY, C. The Ichneumonidae of Costa Rica, 4. **Memoirs of American Entomological Institute**, 66: 768 pp, 2002.

GAULD, I.D. & DUBOIS, J. Phylogeny of the *Polysphincta* group of genera (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae): a taxonomic revision of spider ectoparasitoids. **Systematic Entomology**, 31: 529-564, 2006.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology**. Princeton University, New Jersey, 463 pp, 1994.

GORDON, R. 2008. Earth life web. Disponível em: <<https://www.earthlife.net/insects/hymenop.html>>. Acesso em 07/08/2018.

GUERRA, T. M. & PENTEADO-DIAS, A. M. Abundância de Ichneumonidae (Hymenoptera) em área de mata em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 363-368, 2002.

GRAF, V. & KUMAGAI, A. F. Novo gênero de campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae) do Brasil: New genus of Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Brazil. **Revista brasileira de zoologia**, v. 14, n. 3, p. 649-658, 1997.

HAMILTON, A. J.; BASSET, Y.; BENKE, K. K.; GRIMBACHER, P. S.; MILLER, S. E.; NOVOTNÝ, V.; SAMUELSON, G. A.; STORK, N. E.; WEIBLEN, G. D.; YEN, J.

D. L. Quantifying uncertainty in estimation of tropical arthropod species richness. **The American Naturalist**, 176 (1): 90-95, 2010.

HANCE, T., VAN BAAREN, J., VERNON, P.; BOIVIN, G. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**, 52: 107–26, 2007.

HANSON, P. Y. & GAULD, I. D. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford University, Oxford, p. 435-469, 893 pp, 1995.

HANSON, P. Y. & GAULD, I. D. Hymenoptera de la Región Neotropical. **Memoirs of the American Entomological Institute**, Gainesville. v. 77, 994 pp, 2006.

HAWKINS, B. A. Ecology's oldest pattern? **Trends in Ecology and Evolution**, 16: 470, 2001.

HERATY, J. Parasitoid biodiversity and insect pest management. In: FOOTITT, R. & ADLER, P. (Ed.) **Insect Biodiversity: Science and Society**, pp. 445–462. Blackwell Publishing, Hoboken, New Jersey, 2009.

HÖFER, H. & BRESCOVIT, A. D. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. **Andrias**, 15: 99–119, 2001.

HUSTON, M. A. **Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes**. Cambridge University Press, Cambridge, 582 pp, 1994.

HURLBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology**, 52: 578-586, 1971.

JANZEN, D. H. & POND, C. M. A comparison by sweep sampling of the arthropod fauna of secondary vegetation in Michigan, England and Costa Rica. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, 127: 33–50, 1975.

JANZEN, D. H. The peak in North American ichneumonid species richness lies between 30° and 42° N. **Ecology**, 62: 532–537, 1981.

JANZEN, D. H. Insect diversity of Costa Rica dry forest: why keep it, and how? **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 30, p. 343-356, 1987.

KHALAIM, A. I.; RUÍZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J. M. A new genus and species of Metopiinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Mexico. **Zookeys**, 207: 1–10, 2012.

KOUKI, J.; NIEMELÄ, P.; VIITASAARI, M. Reversed latitudinal gradient in species richness of sawflies (Hymenoptera, Symphyta). **Annales Zoologici Fennici** 31: 83–88, 1994.

KÖRNER, C. The use of 'altitude' in ecological research. **Trends in ecology & evolution**, 22 (11): 569-574, 2007.

KUMAGAI, A. F. & GRAF, V. Ichneumonidae (Hymenoptera) from urban and rural areas in Curitiba, Paraná, Brazil. **Acta Biológica Paranaense**, 29: 153–168, 2000.

KUMAGAI, A. F. Os Ichneumonidae (Hymenoptera) da Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, com ênfase nas espécies de Pimplinae. **Revista Brasileira de Entomologia**, 46 (2): 189-194, 2002.

KUMAGAI, A. F. & GRAF, V. Biodiversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera) e monitoramento das espécies de Pimplinae e Poemeniinae do Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia** 19: 445–452, 2002.

LASALLE, J. & GAULD, I. D. Hymenoptera: their biodiversity, and their impact on the diversity of other organisms. **Hymenoptera and Biodiversity**, p. 1-26, 1993.

LEITÃO-FILHO, H. F. A flora arbórea da Serra do Japi. **História natural da Serra do Japi**, p. 40-62, 1992.

LOFFREDO, A. P. S. **A comunidade de Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) em área de Mata Atlântica de região de Campos do Jordão, SP, Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 111 pp, 2008.

LOFFREDO, A. P. S. & PENTEADO-DIAS, A. M. First record of Schizopyga Gravenhorst (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) from Brazil and a description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 457-458, 2008a.

LOFFREDO, A. P. S. & PENTEADO-DIAS, A. M. First record of *Ticapimpla vilmae* Gauld, 1991 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 911-911, 2008b.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 pp, 1988.

MALAISE, R. A new insect-trap. **Entomologisk tidsskrift**, 58: 148-160, 1937.

MALHI, Y.; SILMAN, M.; SALINAS, N.; BUSH, M.; MEIR, P.; SAATCHI, S. Introduction: Elevation gradients in the tropics: laboratories for ecosystem ecology and global change research. **Global Change Biology**, 16 (12): 3171-3175, 2010.

MANI, M. S. Ecology and Biogeography of High Altitude Insects. **Series entomológica**, vol 4. The Hague: Dr. W. Junk N. V. Publ. 1968. XVI + 528 pp, 1970.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.

MATTHEWS, R. M. Biology of Braconidae. **Annual Review of Entomology**, 19: 15-32, 1984.

MAYR, E. O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança. **Editora Universidade de Brasília**, v. 1, 1998.

MELO, I. F. D. **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**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 212 pp, 2015.

MILONE, G. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Centage Learning, cap. 12, 498 pp, 2009.

MONTEIRO, K. V. **Mata Atlântica: a floresta em que vivemos**. Núcleo Amigos da Terra, Porto Alegre, 71 pp, 2003.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858, 2000.

NEW, T. R. **An Introduction to Invertebrate conservation biology**. Oxford Science publications, Oxford, 194 pp, 1995.

ONODY, H. C. **Estudo dos Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae) neotropicais com ênfase na fauna da Mata Atlântica, Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 115 pp, 2005.

OWEN, D. F. & OWEN, J. Species diversity in temperate and tropical Ichneumonidae. **Nature**, 249: 583–584, 1974.

PÁDUA, D. G. & NUNES, J. F. A checklist of Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from the Estação Ecológica dos Caetetus in São Paulo state, with new records of *Neotheronia* Krieger, 1899 from Brazil. **The Journal of biodiversity data**, Check List, 13 (3): 21-52, 2017.

PALACIO, E. E. & WAHL, D. B. Família Ichneumonidae. In: FERNÁNDEZ, F. & SHARKEY, M. J. (Ed.). **Introducción a los Hymenoptera de la región neotropical**. Sociedad Colombiana de Entomología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 293-329, 2006.

PALACIO, E.; SÄÄKSJÄRVI, I. E.; VAHTERA, V. *Lamnatibia*, a new genus of the *Polysphincta* group of genera from Colombia. **Zootaxa**, 1431: 55–63, 2007.

PALMA, S. Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecologicos. In: II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, Univ. d'Orient, Venezuela, 2: 119-133, 1975.

PERILLO, L. N. **Variações altitudinais na diversidade e composição em espécies de vespas e abelhas (Hymenoptera: Aculeata)**. Dissertação - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais. 100 pp, 2011.

PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology**. New York, John Willey and Sons, 385 pp, 1977.

PINTO, H. S. O clima da Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (org.). **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 30-38, 1992.

PORTER, C. A revision of the South American species of *Coccygomimus* (Hymenoptera, Ichneumonidae). **Studia Entomologica**, 13 (1-4): 1-192, 1970.

RATHCKE, B. J. & PRICE, P. W. Anomalous diversity of tropical ichneumonid parasitoids: a predation hypothesis. **The American Naturalist**, 110: 889–893, 1976.

RICKLEFS, R. E. **Ecology**. 3. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 896 pp, 1990.

ROBBINS, R. K. & OPLER, P. A. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. In: REAKA-KUDLA, M. L., WILSON, D. E., WILSON, E. O. (Eds.) **Biodiversity II**. Joseph Henry Press, Washington DC, p. 69–82, 1997.

RODRIGUES, R. R. **Levantamento florístico e fitossociológico das matas da Serra do Japi, Jundiaí, SP**. Dissertação de mestrado. UNICAMP, Campinas, 227 pp, 1986.

ROSENZWEIG, M. L. **Species Diversity in Space and Time**. Cambridge: Cambridge University Press, 298 pp, 1995.

SÄÄKSJÄRVI, I. E.; PALACIO, E.; GAULD, I. D.; JUSSILA, R.; SALO, J. A new genus and six new species of the tropical *Camptotypus* genus-group (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae) from northern South America. **Zootaxa**, 197: 1–18, 2003.

SÄÄKSJÄRVI, I. E.; HAATAJA, S.; NEUVONEN, S.; GAULD, I. D.; JUSSILA, R.; SALO, J.; MARMOL BURGOS, A. High local species richness of parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae and Rhyssinae) from the lowland rainforests of Peruvian Amazonia. **Ecological Entomology**, 29: 735–743, 2004.

SALT, G. Parasites of the wheat-stem sawfly, *Cephus pygmaeus*, Linnaeus, in England. **Bulletin of Entomological Research**, 22(4): 479-545, 1931.

SALT, G. The resistance of insect parasitoids to the defense reactions of their hosts. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 43, p. 200-232, 1968.

SAMWAYS, M. J. **Insect conservation biology**. Chapman & Hall: London, 357 pp, 1994.

SHANNON, C. E. & WEAVER, W. The Mathematical Theory of Communication. Champaign, IL. **Urbana: University of Illinois Press**, 1949.

SHARKEY, M. J. Family Braconidae. In: GOULET, H.; HUBER, J. T. (Eds.). **Hymenoptera of the word: An identification guide to families**. Ottawa, Ontario: Center for Land and biological Resources Research, p. 362-395, 1993.

SHAW, M. R. & HOCHBERG, M. E. The neglect of parasitic Hymenoptera in insect conservation strategies: The British fauna as a prime example. **Journal of Insect Conservation**, 5: 253–263, 2001.

STUART, A. M. *Ephialtes brevicornis* (Grav.) as an external parasite of the diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (Curt.). **Bulletin Entomological Research**, 48: 477-88, 1957.

TANQUE, R. L. & FRIEIRO-COSTA, F. A. Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) em um fragmento de Cerrado na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropical** 11: 169–171, 2011.

TANQUE, R. L. **Composição, riqueza e abundância estacional de Ichneumonidae (Insecta: Hymenoptera) em fragmento florestal em área urbana e rural**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 137 pp, 2013.

TAVARES, M. C. H. **Sucessão faunística de populações de insetos associados a decomposição de carcaças de suínos expostas em diferentes altitudes e condições pluviométricas na reserva florestal da Serra do Japi, Jundiá, SP**. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, 120 pp, 2003.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, vol. 1, n. 1, 2005.

TOGASHI, I. A comparative morphology of the poison glands in the adults of ichneumon-flies (Hymenoptera, Ichneumonidae). **Kontyû**, 31: 297-304, 1963.

TOWNES, H. & TOWNES, M. **Ichneumon-Flies of America North of Mexico Pt. 2: Subfamilies Ephialtinae, Xoridinae, and Acaenitinae**. United States National Museum Bulletin, v. 216, Part 2, 692 pp, 1960.

TOWNES, H. & TOWNES, M. A catalogue and reclassification of the Neotropic Ichneumonidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, 8: 1–367, 1966.

TOWNES, H. K. The genera of Ichneumonidae, Part 1. **Memoirs of the American Entomological Institute**, 11: 1-300, 1969.

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

TOWNES, H. 1972b. Ichneumonidae as biological control agents. **Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Control Habitat Manage.** 3: 235-248, 1972b.

VILHELMOSEN, L. Phylogeny and classification of the extant basal lineages of the Hymenoptera (Insecta). **Zoological Journal of the Linnean Society**, 131 (4): 393-442, 2001.

WAHL, D. B. & SHARKEY, M. J. Superfamily Ichneumonoidea. In: GOULET, H. & J. T. HUBER, J. T. (Eds.) **Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families**. Agriculture Canada, Ottawa, pp. 358–509, 1993.

WAHL, D. B. & GAULD, I. D. The cladistics and higher classification of the Pimpliformes (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Systematic Entomology**, 23: 265-298, 1998.

WALLACE, A. R. **Tropical nature, and other essays**. Macmillan and Company, New York, 386 pp, 1878.

WILSON, E. O. & PETER, F. M. **Biodiversity**. Washington: National Academy Press, 538 pp, 1988.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. p. 3-24. In: WILSON, E. O. & PETER, F. M. (Eds.). **Biodiversidade**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, p. 3-24, 1997.

YU, D. S.; van ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. 2016. World Ichneumonoidea. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Vancouver. Disponível em: <www.taxapad.com> Acesso em: 13 jun. 2018.