

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

FRANCIÉLLE DIAS DE OLIVEIRA

**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO TAXONÔMICO DOS BRACONIDAE  
(HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA) DO SUDESTE BRASILEIRO, COM  
ÊNFASE NA SUBFAMÍLIA ALYSIINAE**

SÃO CARLOS – SP

2021

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

FRANCIÉLLE DIAS DE OLIVEIRA

**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO TAXONÔMICO DOS BRACONIDAE  
(HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA) DO SUDESTE BRASILEIRO, COM  
ÊNFASE NA SUBFAMÍLIA ALYSIINAE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angélica Maria Penteadó Martins Dias

SÃO CARLOS – SP

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

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

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Franciéle Dias de Oliveira, realizada em 04/02/2021.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Angélica Maria Penteadó Martins Dias (UFSCar)

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho (UFSCar)

Profa. Dra. Sônia Lúcia Modesto Zampieron (FESP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

## AGRADECIMENTOS

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angélica Maria Penteado Martins Dias pela confiança, orientação e inestimáveis ensinamentos transmitidos a mim desde a iniciação científica.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida durante o desenvolvimento deste projeto e ao INCT Hympar (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides) pelos recursos fornecidos às coletas realizadas no PNSC (Parque Nacional da Serra da Canastra) e manutenção do laboratório.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade e suporte para a realização deste trabalho, incluindo professores, funcionários e colegas de curso.

Ao SISBIO por permitir a coleta no PNSC. Ao PNSC e todos os envolvidos na sua manutenção e funcionamento pelo imprescindível suporte prestado à nossa equipe durante as coletas realizadas nessa Unidade de Conservação.

Ao técnico Airton Santo Soares por conduzir com exímia competência e diligência a equipe nas expedições ao PNSC, e por todos os aprendizados que pacientemente me concedeu. Às “passarinheiras” mestrandas Monique Maianne, minha irmã de vida, e sua coorientadora Caroline Fieker, por toda a ajuda, amizade e incansáveis risadas. Essa equipe, junto àqueles que ocasionalmente nos auxiliaram, professora Sônia Zampieron, mestrandos Yago Barros e Márcia Martins e técnico João Affonso, propiciaram momentos únicos e lembranças muito preciosas, os quais levarei sempre comigo. Portanto, meus sinceros agradecimentos!

À professora Zuleide Alves Ramiro do Instituto Biológico de São Paulo pelo auxílio na identificação dos Braconidae.

Ao Laboratório de Insetos da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela colaboração e disponibilização dos exemplares de Alysiniinae do PNSO (Parque Nacional da Serra dos Órgãos) estudados aqui, especialmente ao doutorando Carlos Vinícius Silva Gomes e professor Ricardo Ferreira Monteiro, e ao PNSO por permitir a coleta na área estudada.

Aos professores Manoel Martins Dias Filho, Carolina Reigada Montoya e Luiza Figueiredo Camargo pela participação e valiosas contribuições feitas no exame de qualificação.

À Janaína Miranda pela ajuda na triagem do material coletado no PNSC e todos os amigos de laboratório pelo apoio e ensinamentos.

À Dora, Suzan, Vera e Ynaê pelo trabalho dedicado à curadoria dos insetos estudados.

Aos meus familiares, que foram fundamentais na minha formação acadêmica e pessoal, em especial minha mãe, pela força que me inspira; meus irmãos, pela cumplicidade; meu sobrinho, por me dar alegria, e minha namorada, pela estima e amor.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto, meu muito obrigada!

*“Afinal, a melhor maneira de viajar é sentir.  
Sentir tudo de todas as maneiras.  
Sentir tudo excessivamente,  
Porque todas as coisas são, em verdade, excessivas  
E toda a realidade é um excesso, uma violência,  
Uma alucinação extraordinariamente nítida  
Que vivemos todos em comum com a fúria das almas,  
O centro para onde tendem as estranhas forças centrífugas  
Que são as psiques humanas no seu acordo de sentidos.”*

(Fernando Pessoa)

## RESUMO

Este estudo teve como principal objetivo contribuir ao conhecimento taxonômico dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea), com ênfase na subfamília Alysiinae, de duas Unidades de Conservação da região sudeste do Brasil, a saber: Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG) e Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Teresópolis, RJ). No Parque Nacional da Serra da Canastra, o estudo foi conduzido na parte alta do Parque (entre 1.180 e 1.444 m de altitude), em áreas de mata de galeria e campo rupestre (*sensu stricto*), entre novembro de 2018 e dezembro de 2019, com o uso de armadilhas de Moericke, Malaise e luminosa. Nesse Parque, mais de 9.000 exemplares de 24 subfamílias de Braconidae foram amostrados. Os resultados obtidos com armadilhas de Moericke sugeriram uma associação positiva da abundância e riqueza de subfamílias com a umidade relativa do ar. A composição de subfamílias diferiu entre as duas fitofisionomias abordadas. As subfamílias mais abundantes foram Doryctinae, Microgastrinae e Cheloninae. Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhyssalinae tiveram poucos exemplares coletados e foram amostradas exclusivamente em matas de galeria; exemplares de Miracinae ocorreram somente em campo rupestre. A armadilha Malaise foi o método mais eficaz na coleta de exemplares, no entanto, as armadilhas de Moericke foram importantes na abundância relativa, sobretudo de Alysiinae, Doryctinae e Pambolinae, e o único exemplar de Rhysipolinae obtido foi com o uso desse método; com a armadilha luminosa, uma alta diversidade de subfamílias foi amostrada. Sete gêneros conhecidos (e dois gêneros não descritos), 63 morfoespécies e 223 exemplares de Alysiinae foram amostrados nessa Unidade de Conservação, predominantemente em matas de galeria, mas exemplares de *Coelinus* ocorreram somente em campos rupestres. A composição de morfoespécie diferiu entre as fitofisionomias amostradas e a suficiência amostral não foi alcançada para nenhum dos três métodos utilizados. No Parque Nacional da Serra dos Órgãos, as coletas foram realizadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2015, em um gradiente altitudinal de 137 a 2.140 m. Doze gêneros conhecidos (e dois gêneros não descritos) de Alysiinae foram obtidos nesse Parque e cerca de 2.900 exemplares. Acima de 860 m de altitude foram amostrados 90% dos exemplares; uma associação positiva entre a abundância e a altitude média da área de coleta foi encontrada. Em contraste, exemplares de *Orthostigma* foram obtidos somente em áreas a 350 m de altitude. Considerando as duas Unidades de Conservação, 14 gêneros de Alysiinae e dois gêneros não descritos foram amostrados. Os gêneros mais abundantes foram *Dinotrema*, *Aspilota* e *Aphaereta*. Gêneros relativamente raros e/ou pouco registrados na região neotropical ocorreram (*Alysia*, *Idiasta*, *Coelinus*, *Ilatha*, *Rhacalysia* e *Orthostigma*). Essa pesquisa forneceu suporte para uma atualização dos gêneros *Idiasta* e *Rhacalysia*, incluindo a descrição de novas espécies para a região neotropical.

**Palavras-chave:** vespa parasitoide; taxonomia; ecologia; campo rupestre; mata atlântica; altitude; gradiente altitudinal; região neotropical.

## ABSTRACT

This study had as main objective to contribute to the taxonomic knowledge of Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea), with emphasis on the subfamily Alysinae, of two protected areas (*Unidades de Conservação*) in the southeastern region of Brazil, namely: Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG) and Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Teresópolis, RJ). In the Parque Nacional da Serra da Canastra, the study was conducted in the upper part of the Park (at 1,180 to 1,444 m altitude), in gallery forest and rupestrian grassland (*sensu stricto*) areas, between November 2018 and December 2019, with the use of Moericke, Malaise and light traps. In this Park, more than 9,000 specimens of 24 subfamilies of Braconidae were sampled. The results obtained with Moericke traps suggested a positive association of the abundance and richness of subfamilies with the relative humidity of the air. The composition of subfamilies differed between the two phytophysiognomies sampled. The most abundant subfamilies were Doryctinae, Microgastrinae and Cheloninae. Cenocoelinae, Rhysipolinae, and Rhysalinae had few specimens collected and were sampled exclusively in gallery forests; specimens of Miracinae occurred only in rupestrian grasslands. The Malaise trap was the most effective method for collecting specimens, however, the Moericke traps were important in relative abundance, especially for Alysinae, Doryctinae and Pambolinae, and the only specimen of Rhysipolinae obtained was with the use of this method; with the light trap, a high diversity of subfamilies was sampled. Seven known genera (and two undescribed genera), 63 morphospecies and 223 specimens of Alysinae were sampled in this Park, predominantly from gallery forests, but specimens of *Coelinus* occurred only in rupestrian grasslands. The composition of morphospecies differed between the sampled phytophysiognomies and the sample sufficiency was not achieved for any of the three methods used. In the Parque Nacional da Serra dos Órgãos, collections were carried between December 2014 and November 2015, in an altitudinal gradient at 137 to 2,140 m. Twelve known genera (and two undescribed genera) of Alysinae were obtained in this Park and about 2,900 specimens. Above 860 m of altitude, 90% of the specimens were sampled; a positive association between abundance and the average altitude of the sample area was found. In contrast, specimens of *Orthostigma* were obtained only in areas at 350 m. Considering the two protected areas, 14 known genera of Alysinae and two undescribed genera were sampled. The most abundant genera were *Dinotrema*, *Aspilota* and *Aphaereta*. Relatively rare and/or little recorded genera in the Neotropical Region occurred (*Alysia*, *Idiasta*, *Coelinus*, *Ilatha*, *Rhacalysia*, and *Orthostigma*). This research provided support for an update of the genera *Idiasta* and *Rhacalysia*, including the description of new species from the Neotropical Region.

**Keywords:** parasitoid wasp; taxonomy; ecology; rupestrian grassland; Atlantic forest; altitude; altitudinal gradient; Neotropical Region.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa do Parque Nacional da Serra da Canastra. ....	26
<b>Figura 2.</b> Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos.....	28
<b>Figura 3.</b> Armadilhas de Moericke em uma mata de galeria no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG.....	37
<b>Figura 4.</b> Armadilha Malaise montada em uma área de campo rupestre no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	38
<b>Figura 5.</b> Armadilhas luminosas utilizados no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	38
<b>Figura 6.</b> Áreas e pontos amostrados no Parque Nacional da Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	41
<b>Figuras 7-9.</b> Vistas de matas de galeria (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). ....	41
<b>Figura 10-12.</b> Vistas de campos rupestres <i>sensu stricto</i> (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG) .....	42
<b>Figura 13.</b> Pontos amostrados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ... ..	44
<b>Figura 14.</b> Distribuição e tendência das variáveis ambientais registradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, entre janeiro e outubro de 2019. ....	51
<b>Figura 15.</b> Temperatura e umidade relativa do ar médias registradas em áreas de mata de galeria e campo rupestre no Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG) .....	52
<b>Figura 16.</b> Distribuição temporal da abundância de Braconidae e Ichneumonidae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG).....	53
<b>Figura 17.</b> Dendrograma de distâncias (método UPGMA, índice de Morisita-Horn) para subfamílias de Braconidae entre as áreas amostradas (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG) .....	59
<b>Figura 18.</b> Abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae de acordo com a variação média da temperatura e umidade relativa do ar (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). ....	60
<b>Figura 19.</b> Dendrograma de distâncias (método UPGMA), índice de Morisita-Horn) para morfoespécies de Alysiiinae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG) .....	64
<b>Figura 20.</b> Curvas de acumulação de morfoespécies de Alysiiinae pelo método de rarefação (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). ....	65

<b>Figura 21.</b> Abundância e riqueza de morfoespécies de Alysiinae de acordo com a variação média da temperatura e umidade relativa do ar (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). .....	66
<b>Figura 22.</b> Distribuição temporal da abundância de Alysiinae (Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ). .....	67
<b>Figura 23.</b> Curva de acumulação de gêneros de Alysiinae pelo método de rarefação (Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ) .....	69
<b>Figura 24.</b> Abundância e riqueza de gêneros de Alysiinae de acordo com a variação altitudinal no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. ....	69
<b>Figuras 25-26.</b> <i>Coelinius</i> sp. Exemplar fêmea, coletado no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG.....	72
<b>Figura 27.</b> Mandíbula de <i>Aphaereta</i> sp. (vista lateral). Exemplar fêmea, coletado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. ....	72
<b>Figuras 28-43.</b> Aspecto geral dos gêneros de Alysiinae registrados neste estudo. ....	79-80
<b>Figuras 44-46.</b> Asas anteriores (novos táxons e <i>Aphaereta</i> sp.) Exemplares fêmeas, coletados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. ....	105

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Períodos de coletas realizadas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, de acordo com o tipo de armadilha .....	39
<b>Tabela 2.</b> Localização das áreas amostradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	39
<b>Tabela 3.</b> Localização das áreas amostradas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ .....	43
<b>Tabela 4.</b> Média e desvio padrão ( $\pm$ ) das variáveis ambientais registradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, entre janeiro e outubro de 2019. ....	50
<b>Tabela 5.</b> Resumo do número de Ichneumonoidea coletados no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG.....	54
<b>Tabela 6.</b> Abundância de Braconidae e Ichneumonidae de acordo com a área de amostragem e método de coleta no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG.....	54
<b>Tabela 7.</b> Distribuição temporal da abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae coletadas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG .....	56
<b>Tabela 8.</b> Subfamílias de Braconidae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG.....	57
<b>Tabela 9.</b> Riqueza, diversidade e equitabilidade de subfamílias de Braconidae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	58
<b>Tabela 10.</b> Distribuição temporal de Alysiiinae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ....	61
<b>Tabela 11.</b> Gêneros de Alysiiinae no Parque Nacional da Serra da Canastra. ....	62
<b>Tabela 12.</b> Riqueza, diversidade e equitabilidade de morfoespécies de Alysiiinae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG).....	63
<b>Tabela 13.</b> Distribuição da abundância e riqueza de gêneros de Alysiiinae no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ .....	68
<b>Tabela 14.</b> Gêneros de Alysiiinae nos diferentes pontos de coleta no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. ....	69
<b>Tabela 15.</b> Riqueza, diversidade e equitabilidade de gêneros no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ.....	70

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. HYMENOPTERA.....	14
<b>1.1.1. Biologia .....</b>	<b>15</b>
1.2. ICHNEUMONOIDEA .....	17
1.3. BRACONIDAE.....	18
1.4. ALYSIINAE .....	20
1.5. ÁREAS DE ALTITUDE E ENDEMISMO .....	23
<b>1.5.1. Campos rupestres .....</b>	<b>24</b>
1.5.1.1. Parque Nacional da Serra da Canastra.....	25
<b>1.5.2. Mata atlântica .....</b>	<b>27</b>
1.5.2.1. Parque Nacional da Serra dos Órgãos .....	28
<b>2. JUSTIFICATIVAS .....</b>	<b>30</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>31</b>
3.1. OBJETIVOS GERAIS .....	31
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDO .....	32
<b>4.1.1. Parque Nacional da Serra da Canastra .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos .....</b>	<b>34</b>
4.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL.....	36
<b>4.2.1. Métodos de coleta .....</b>	<b>36</b>
4.2.1.1. Armadilhas de Moericke .....	37
4.2.1.2. Armadilha Malaise .....	37
4.2.1.3. Armadilha luminosa .....	38
<b>4.2.2. Metodologia amostral .....</b>	<b>38</b>
4.2.2.1. Parque Nacional da Serra da Canastra.....	38
4.2.2.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos .....	42
<b>4.2.3. Curadoria e identificação .....</b>	<b>44</b>
4.3. ANÁLISE DOS DADOS .....	44
<b>4.3.1. Parque Nacional da Serra da Canastra .....</b>	<b>44</b>
4.3.1.1. Variáveis ambientais .....	45
4.3.1.2. Perfil da fauna .....	45
<b>4.3.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.3. Estimativas ecológicas e representações gráficas .....</b>	<b>46</b>
4.3.3.1. Índices de diversidade e equitabilidade .....	46
4.3.3.2. Distância ecológica.....	47
4.3.3.3. Correlação .....	48
4.3.3.4. Curva de acumulação de espécie .....	48
4.3.3.5. Estimadores de riqueza.....	48
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
5.1. PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA .....	49
<b>5.1.1. Variáveis ambientais .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1.2. Perfil da fauna .....</b>	<b>52</b>
5.1.2.1. Ichneumonoidea .....	52
5.1.2.2. Identificação dos Braconidae .....	55
5.1.2.3. Identificação dos Alysinae .....	60
5.2. PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS .....	66
5.3. DIAGNOSE DOS GÊNEROS ENCONTRADOS .....	72
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>81</b>

6.1. PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA .....	81
6.1.1. <i>Ichneumonoidea</i> .....	81
6.1.1.1. Métodos de coleta.....	83
6.1.2. <i>Braconidae</i> .....	84
6.1.2.1. Distribuição temporal .....	85
6.1.2.2. Métodos de coleta.....	86
6.1.2.3. Distribuição espacial e influência das fitofisionomias amostradas.....	87
6.1.2.4. Influência das variáveis ambientais na abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae amostradas com armadilhas de Moericke.....	89
6.1.3. <i>Alysiinae</i> .....	90
6.1.3.1. Distribuição temporal .....	90
6.1.3.2. Proporção sexual .....	91
6.1.3.3. Métodos de coleta e estimativas de riqueza.....	91
6.1.3.4. Distribuição espacial e influência das fitofisionomias amostradas.....	93
6.2. PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS .....	94
6.2.1. <i>Alysiinae</i> .....	94
6.2.1.1. Distribuição temporal .....	94
6.2.1.2. Distribuição altitudinal .....	95
6.2.1.3. Suficiência amostral e estimativas de riqueza .....	97
6.3. GÊNEROS DE ALYSIINAE .....	97
6.3.1. <i>Gêneros registrados apenas no PNSC</i> .....	100
6.3.2. <i>Gêneros registrados apenas no PNSO</i> .....	102
6.3.3. <i>Novos táxons</i> .....	105
<b>7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>106</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>126</b>

## 1. INTRODUÇÃO

É amplamente aceito que o reconhecimento da biodiversidade é importante por inúmeras razões. Muitos organismos têm provido a humanidade, sendo a civilização formada à base do cultivo de plantas, animais domésticos, uma grande variedade de produtos industriais e medicamentos. No entanto, a razão mais evidente para a indexação e preservação da biodiversidade é o papel que os organismos desempenham em prover serviços ecossistêmicos gratuitos, sem os quais a sociedade na forma presente não poderia persistir (BROCKERHOFF *et al.*, 2017; EHRLICH; EHRLICH, 1981).

Apesar de algum sucesso na conservação biológica, majoritariamente em escala local, a diversidade biológica continua em declínio acelerado devido a destruição de habitats e outras influências resultantes do crescimento populacional humano, poluição e expansão econômica (DÍAZ *et al.*, 2006; TURVEY; CREES, 2019). Pimm & Raven (2000) estimaram que 10% das espécies conhecidas possam ser extintas até 2050 devido à perda de habitat. Nesse sentido, conhecer quantas espécies existem e quais estão sendo extintas no cenário atual é um aspecto de grande interesse global.

A diversidade de formas de vida no planeta é tão numerosa que a humanidade ainda não conhece sua real dimensão. Estimativas do número total de espécies viventes são variáveis, mas estudos recentes sugeriram a existência de 9 a 12 milhões de espécies (CARDINALE *et al.* 2012; CHAPMAN, 2009; RAVEN, 2020). Até o momento, cerca de 2 milhões de espécies de organismos foram descritas e nomeadas no mundo e a maioria delas permanece pouco conhecida (RAVEN, 2020).

O reino animal é um dos grupos que domina em número a lista de espécies descritas válidas. Uma vez que virtualmente todos os vertebrados terrestres foram descritos, a questão de quantas espécies animais terrestres existem é praticamente reduzida a quantas espécies de artrópodos existem (WILSON; PETER, 1988).

Os insetos compreendem a maior parte dos artrópodos; recentemente, especialistas estimaram de 5,5 a 7,8 milhões de espécies de insetos viventes (STORK *et al.*, 2015). Assim, grande parte das extinções atuais são, muito provavelmente, relativas a esse grupo (KELLERT, 1993). Conforme colocado por Dunn (2005), “a crise da biodiversidade é inegavelmente uma crise da diversidade de insetos”. No entanto, a conservação dos insetos continua negligenciada, à margem da conservação dos vertebrados, e o estado de vulnerabilidade desse táxon é praticamente desconhecido (DUNN, 2005). Isso reflete a grande escassez de conhecimento taxonômico e ecológico que existe para esse grupo.

### 1.1. HYMENOPTERA

A alta diversidade taxonômica dos insetos está ligada à exploração de quase todos os recursos alimentares disponíveis, usualmente com um alto grau de especificidade ao hospedeiro (SOUTHWOOD, 1978). Muitas das plantas terrestres são primariamente hospedeiras de ao menos um inseto exopterigoto (frequentemente da ordem Hemiptera) e de vários endopterigotos (de diferentes ordens), que especificamente se alimentam de suas raízes, caules, folhas, floema, flores, sementes ou frutos. Cada espécie de inseto que evoluiu para a exploração de um novo nicho, por sua vez, tornou-se um recurso para espécies parasitas, parasitoides e/ou predadoras, em muitos casos envolvendo coevolução, isto é, evolução interdependente de duas espécies em decorrência de relações ecológicas importantes entre ambas (HUFFAKER; GORDON; GUTIERREZ, 1999; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005; VANIN, 2012).

Hymenoptera é uma ordem de insetos notavelmente diversa. Estima-se que 115.000 a 199.000 espécies de Hymenoptera tenham sido descritas no mundo (NIEVES-ALDREY; FONTAL-CAZALLA, 1999; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2005) e que existam entre 600.000 e 1,2 milhões de espécies viventes (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Embora atualmente não seja a ordem com maior número de espécies descritas, crescentes evidências sugerem que Hymenoptera possa ser a maior ordem de insetos (GASTON, 1991). Por exemplo, Forbes & colaboradores (2018), com base na riqueza relativa de espécies de Hymenoptera, sugeriram que essa ordem possa ser de 2,5 a 3,5 vezes mais especiosa que Coleoptera (frequentemente considerada a ordem animal mais rica em espécies). Isso certamente está relacionado às vespas parasitoides massivamente diversas, mas relativamente pouco conhecidas (FORBES *et al.*, 2018; GASTON, 1991).

Dada sua grande diversidade ecológica, os himenópteros são únicos dentre os insetos. As formigas são fundamentais na estrutura e dinâmica de outros artrópodos e plantas (MAJER, 1993); muito se sabe da importância das abelhas como polinizadoras (NEFF; SIMPSON, 1993); as vespas com ferrão incluem importantes grupos sociais e predadores. Menos estudados mas não menos importantes são os himenópteros parasitoides, que se desenvolvem em uma ampla gama de outros insetos (LASALLE; GAULD, 1993). Este grupo pode figurar um dos melhores bioindicadores, pois representam a diversidade de seus hospedeiros, os quais compõem uma grande parte da diversidade de todos os artrópodos. Assim, quando se faz inventários de himenópteros parasitoides, está-se amostrando, na realidade, a grande diversidade dos Arthropoda (SHARKEY; FERNÁNDEZ, 2006).

Os Hymenoptera parasitoides compreendem cerca de 75% de todos os insetos parasitoides (EGGLETON; BELSHAW, 1992) e as cadeias alimentares envolvendo parasitoides (isto é, compreendendo plantas, insetos herbívoros e parasitoides) contém cerca de metade de todas as espécies animais (PRICE, 1977; STRONG; LAWTON; SOUTHWOOD, 1984). O grande número de espécies, junto à habilidade de responder à densidade populacional de seus hospedeiros, torna esse grupo essencial na manutenção do balanço ecológico e uma força contribuidora à diversidade de outros organismos (LASALLE; GAULD, 1993).

Tem sido demonstrado que os himenópteros parasitoides são bastante sensíveis a perturbações ecológicas, tornando-os candidatos ideais para estudos em biodiversidade (SHARKEY; FERNÁNDEZ, 2006). Repetido sucesso no controle biológico tem comprovado que esses insetos podem desenvolver um papel crucial na regulação de populações de pragas e, por extrapolação, sugerem o papel equivalentemente importante na regulação de populações de insetos fitófagos (AUSTIN; DOWNTON, 2000).

Muitos himenópteros parasitoides são presentes em altos números de espécies e baixo tamanho populacional em situação natural. Essa e outras características, como alto nível trófico, endemismos locais e a dependência de recursos instáveis, tornam o grupo mais susceptível à extinção do que seus hospedeiros (LASALLE; GAULD, 1993; REID; MILLER, 1989).

Apesar de sua evidente importância, é provável que mais da metade das espécies de Hymenoptera parasitoides ainda não tenha sido descrita e muitas das espécies descritas não são reconhecíveis atualmente. Além da grande carência taxonômica e sistemática, o grupo é pobremente conhecido biologicamente (LASALLE; GAULD, 1993).

### **1.1.1. Biologia**

Durante o estágio larval, os Hymenoptera parasitoides se alimentam de outros insetos (ou, menos frequentemente, de aracnídeos) e quando adultos vivem independentemente. A fêmea parasitoide procura por um hospedeiro adequado em um habitat apropriado e então põe um ovo (solitário) ou mais ovos (gregário) sobre, ou no interior do hospedeiro. O estágio imaturo do parasitoide se desenvolve até a conclusão às custas de um único hospedeiro, matando-o durante o processo (MASON; HUBER; FERNÁNDEZ, 2006).

O parasitoide que se alimenta externamente ao hospedeiro é denominado ectoparasitoide; o que se alimenta internamente, endoparasitoide. Geralmente (mas não sempre), os ectoparasitoides são idiobiontes, isto é, alimentam-se externamente em um hospedeiro imobilizado que não se desenvolve depois que é atacado e paralisado pela fêmea parasitoide. Endoparasitoides geralmente são cenobiontes, passando grande parte do desenvolvimento

dentro do hospedeiro, em contato íntimo com o seu tecido. O sistema imune do hospedeiro é geralmente comprometido por substâncias injetadas pela fêmea durante a oviposição. Muitos endoparasitoides emergem de hospedeiros moribundos, quase no final do seu desenvolvimento, e empupam num casulo sobre, próximo, ou longe do hospedeiro (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Os parasitoides que atacam hospedeiros são considerados parasitoides primários, em contraste com os hiperparasitoides, que atacam outros parasitoides. Existem vários níveis de hiperparasitoidismo, com parasitoides secundários atacando primários, parasitoides terciários atacando secundários e assim sucessivamente (SHARKEY; FERNÁNDEZ, 2006).

Além da alimentação do hospedeiro, praticada por uma pequena proporção do grupo, muitos himenópteros parasitoides adultos têm uma dieta restrita e buscam fontes de água e açúcar (como néctar floral ou extrafloral). Tais recursos podem fornecer energia e outros nutrientes, contribuindo para a maturação dos ovos e longevidade dos adultos (QUICKE, 2015).

Outros recursos açucarados são ocasionalmente usados por adultos de Ichneumonoidea. Por exemplo, alguns parasitoides que atacam larvas de moscas-da-fruta (Diptera, *Drosophila*), como *Asobara* spp., foram observados se alimentando diretamente no substrato em fermentação. Esse comportamento parece aumentar significativamente a reserva de gordura desses parasitoides (EIJES; ELLERS; VAN DUINEN, 1998).

Em regiões temperadas, os Hymenoptera parasitoides geralmente são facilmente categorizados como univoltinos, bivoltinos ou plurivoltinos (com respectivamente uma, duas ou mais de duas gerações por ano). Grande parte das regiões tropicais também é sazonal, com estações chuvosas e secas, porém muito pouco se sabe sobre o voltinismo dos Ichneumonoidea nessas regiões (QUICKE, 2015).

Assim como outros Hymenoptera, o mecanismo de determinação sexual dos parasitoides é haplodiploide, em que as fêmeas são diploides (2N) e os machos haploides (N). Depois do acasalamento, o esperma é armazenado em uma espermateca na fêmea; conforme os ovos passam no oviduto, a fêmea libera ou não esperma para fertilizar o ovo. Dos ovos fertilizados nascem indivíduos fêmeas e dos não fertilizados, machos. Uma vantagem óbvia desse mecanismo é que permite o controle sexual da progênie. Outro efeito é que os machos, uma vez que são haploides e expressam diretamente todos os seus genes, não podem “carregar” genes deletérios. Essa característica permite que indivíduos próximos cruzem entre si (endogamia), levando a populações homogêneas e, portanto, mais propensas a derivas genéticas e processos de especiação (SHARKEY; FERNÁNDEZ, 2006).

## 1.2. ICHNEUMONOIDEA

Atualmente, a ordem Hymenoptera é dividida em superfamílias (FERNÁNDEZ; SHARKEY, 2006). As superfamílias mais diversas na região neotropical são Vespoidea, Apoidea e Ichneumonoidea, com mais de 4.000 espécies descritas cada. Mesmo não sendo a mais numerosa em espécies conhecidas, Ichneumonoidea inclui 27% dos gêneros neotropicais de Hymenoptera conhecidos e, com base em estimativas, a maior parte das espécies existentes nessa região. Assim, ao que tudo indica, Ichneumonoidea é a superfamília menos conhecida no neotrópico, junto aos demais grupos de parasitoides (FERNÁNDEZ, 2006).

A superfamília Ichneumonoidea inclui ao menos 100.000 espécies estimadas no mundo e é formada pelas duas maiores famílias de Hymenoptera, Ichneumonidae e Braconidae (QUICKE; BASIBUYUK; RASNITSYN, 1999; SHARKEY; WAHL, 1992). Os Ichneumonoidea apresentam grande variação de formas de parasitoidismo, incluindo ectoparasitoides, endoparasitoides, idiobiontes e cenobiontes (GODFRAY, 1994). O ectoparasitismo, comum nas duas famílias, é a condição primitiva entre as estratégias parasitoides. O endoparasitismo evoluiu independentemente em várias linhagens, tanto de Braconidae quanto Ichneumonidae, e também é comum nos dois grupos (SHARKEY; WAHL, 2006). Uma considerável variedade de estratégias para superar o sistema imune do hospedeiro é encontrada nessa superfamília, incluindo a injeção de segmentos virais no momento da oviposição (por exemplo, STOLTZ; WHITFIELD, 1992).

Muitos Ichneumonoidea são parasitoides de larvas e pupas de insetos holometábolos, excluindo-se Megaloptera, Siphonaptera e Strepsiptera. O parasitoidismo gregário é mais comum em Braconidae que em Ichneumonidae; em contraste, o hiperparasitismo é comum em Ichneumonidae e muito raro em Braconidae (SHARKEY; WAHL, 2006).

Atualmente é bem aceito que Braconidae e Ichneumonidae formam um grupo monofilético, baseado principalmente na fusão parcial das veias C e R da asa anterior, de modo que a célula costal está ausente, ao menos apicalmente (SHARKEY; WAHL, 2006). Ainda que existam algumas exceções, para a maioria das espécies, duas principais características nas asas podem ser usadas para distinguir as famílias. Em Ichneumonidae quase sempre está presente a nervura 2m-cu da asa anterior, ao passo que essa nervura é ausente em quase todos os Braconidae. Ainda, a nervura r-m da asa posterior é quase sempre postfurcal em Ichneumonidae e antifurcal em Braconidae. Outra característica que difere entre as duas famílias é a conexão inflexível entre os tergitos metassomais 1 e 2 em Braconidae (exceto em Aphidiinae) e flexível em Ichneumonidae (QUICKE, 2015).

Membros de Ichneumonidae são quase restritos aos estágios imaturos de holometábola, embora alguns utilizem pseudoescorpiões, aranhas adultas ou seus sacos de ovos (SHARKEY; WAHL, 2006). São conhecidos hospedeiros das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera e Hymenoptera (GAULD, 1987), sendo as duas primeiras com maior frequência. No mundo são descritas cerca de 25.000 espécies Ichneumonidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), com estimativas indicando a existência de 60.000 a 100.000 espécies (GAULD *et al.*, 2002).

A fauna de Ichneumonidae tem sido subestimada nas regiões tropicais, especialmente na região neotropical, onde cerca de 420 gêneros e 3.200 espécies são conhecidas (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Apesar de crescente o número de contribuições para o conhecimento dos Ichneumonidae nessa região (DÍAZ, 2000; GAULD *et al.*, 2002; KASPARYAN; RUÍZ-CANCINO, 2003; HIGA; PENTEADO-DIAS, 2020), o grupo ainda permanece virtualmente desconhecido do ponto de vista biológico e sistemático dada sua enorme diversidade (GAULD, 1991; PALACIO; WAHL, 2006).

### 1.3. BRACONIDAE

Braconidae constitui uma das famílias mais diversas dentre os insetos (CAMPOS; SHARKEY, 2006), com aproximadamente 14.900 espécies descritas no mundo (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017) e estimativas de ao menos 40.000 espécies viventes (CAMPOS; SHARKEY, 2006). A família é considerada um grupo monofilético com suporte em evidências morfológicas e moleculares (QUICKE; BASIBUYUK; RASNITSYN, 1999; SHARKEY; WAHL, 1992).

A grande diversidade e as numerosas estratégias de parasitismo fazem dessa família um grupo dominante na regulação de espécies (GASTON, 1991; LASSALE; GAULD, 1991). São considerados grandes potenciais indicadores de riqueza e estabilidade de ecossistemas (WHITFIELD; LEWIS, 2001) e úteis no estudo de interações parasitoide-hospedeiro (STOLTZ; WHITFIELD, 1992; WHITFIELD, 2002).

Os Braconidae utilizam como hospedeiros principalmente insetos holometábolos em fase de ovo-larva ou larva, mas também são conhecidos parasitoides de adultos ou ninfas de hemimetábolos (somente membros de Aphidiinae e Euphorinae) e alguns gêneros são fitófagos, como *Allorhogas* Gahan (MARSH, 1991). Os hospedeiros mais comuns das espécies parasitoides são larvas de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Diferentemente de membros de outras famílias de himenópteros parasitoides, nenhum Braconidae é parasitoide de artrópodos não-insetos. A especificidade ao hospedeiro é variável dentro dos Braconidae, mas muitas espécies têm uma gama de hospedeiro relativamente estreita, limitada pela capacidade de desenvolvimento ou pelo micro-habitat no qual as fêmeas procuram por hospedeiros (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Embora ectoparasitoides e endoparasitoides sejam bem representados entre as espécies descritas, existem mais endoparasitoides do que ectoparasitoides. Os Braconidae ectoparasitoides são representados em sua maioria por membros das subfamílias Braconinae, Doryctinae e (alguns) Rogadinae. Endoparasitoides incluem todas as espécies de grandes subfamílias como Alysiinae, Microgastrinae e Opiinae (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Apesar de muitas espécies serem solitárias, o gregarismo também é comum entre os Braconidae, sobretudo em Microgastrinae, Braconinae e Doryctinae. Muitos Braconidae são parasitoides larvais, atacando e emergindo do estágio larval do inseto holometábolo. No entanto, existe um número de parasitoides ovo-larval, alguns parasitoides de pupa e um grupo (Euphorinae) no qual muitas espécies atacam adultos de insetos holometábolos ou hemimetábolos (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

O hiperparasitismo é raro e os poucos registros que existem geralmente envolvem o ataque a larvas de Diptera em hospedeiros da ordem Lepidoptera ou outros. Contudo, muitos desses registros (por exemplo, *Ilatha* spp., conforme KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012), são insuficientemente detalhados para determinar se o parasitoide (Braconidae) atacou a larva antes ou depois de esta última ter matado o hospedeiro primário (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Muitas espécies ovipositam no ovo do hospedeiro e emergem do último instar larval ou pupário. É o caso dos membros de Cheloninae, que se desenvolvem como parasitoides ovo-larvais de Lepidoptera. Os poucos registros de Brachistinae sugerem que se desenvolvam de maneira similar sobre Coleoptera. Registros dispersos de parasitismo ovo-larval são conhecidos de Microgastrinae, Opiinae e Alysiinae, com emergência a partir do pupário nas duas últimas subfamílias (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

No Novo Mundo são registradas 34 subfamílias e cerca de 400 gêneros de Braconidae (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017). Dessas, 30 subfamílias, cerca de 280 gêneros e 1.500 espécies são conhecidas na região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). A distribuição dos Braconidae do Novo Mundo ainda é pouco conhecida, especialmente na região neotropical e sul temperada, e isso se aplica tanto em nível

de gênero como de espécie (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017). Para a América do Sul o conhecimento taxonômico ainda é incipiente e a fauna da região tem sido estudada de forma local, em uma série de trabalhos que podem ser encontrados em Campos & Sharkey (2006) e Wharton, Marsh & Sharkey (2017).

Janzen & Pond (1975) notaram que Ichneumonidae, diferentemente de muitas plantas e outros animais, parecia ser menos diversa na região neotropical do que na neártica. Desde então, muitos estudos com Hymenoptera parasitoides do Novo Mundo têm focado nas diferenças de riqueza observadas entre diferentes latitudes (por exemplo, GAULD; GASTON; JANZEN, 1992; HAWKINS; SHAW; ASKEW, 1992; QUICKE; KRUF, 1995). As suposições iniciais de padrões anômalos na riqueza de espécies de Ichneumonidae foram modificadas ao longo do tempo para excluir certos grupos (GAULD; GASTON; JANZEN, 1992) e, mesmo que esse padrão seja válido para Ichneumonidae, crescentes evidências sugerem que Braconidae parece não ter as mesmas restrições (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Apesar disso, existe uma grande limitação para avaliar os padrões de diversidade dos Braconidae de maneira significativa no neotrópico, devido ao escasso conhecimento sobre a distribuição da maioria dos grandes gêneros, como *Apanteles* Foerster, *Bracon* Fabricius, *Chelonus* Panzer, *Digonogastra* Viereck, *Dinotrema* Foerster e *Heterospilus* Haliday, contendo centenas de espécies neotropicais cada. Mesmo a separação em morfoespécies a partir das coleções existentes é uma tarefa desafiadora para esses táxons, pois a variação intraespecífica nunca foi adequadamente avaliada (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

#### 1.4. ALYSIINAE

A falta de caracteres informativos e o alto nível de homoplasias são as principais causas da falta de resolução na filogenia dentro da família Braconidae (BELSHAW *et al.*, 1998). Ainda que não exista um total consenso sobre as relações entre subfamílias, são reconhecidos alguns grandes grupos. O grupo dos “ciclóstomos” é caracterizado por uma abertura sobre as mandíbulas, formada pelo clipeo côncavo e o labro deprimido, e é suportado por evidências morfológicas e moleculares (BELSHAW; QUICKE, 2002; CHEN; VAN ACHTERBERG, 2019).

Dentre os ciclóstomos, Alysinae é uma subfamília conspicuamente diversa em Braconidae (DOLPHIN; QUICKE, 2001), com cerca de 2.400 espécies descritas no mundo em 107 gêneros (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). No Novo Mundo são conhecidas cerca de 420 espécies e 41 gêneros, mas a maior parte desses registros são relativos à fauna neártica. Enquanto mais de 300 espécies e 35 gêneros são registrados no neártico, 100

espécies e 22 gêneros são registrados na região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

Os Alysiinae são parasitoides que atuam na regulação de populações de diversos dípteros nos ambientes naturais e algumas espécies podem ser importantes do ponto de vista econômico pelo papel no controle de pragas (ELPINO-CAMPOS; DEL-CLARO; PREZOTO, 2007; GONZÁLEZ *et al.*, 2000). Acredita-se que todos os membros da subfamília sejam endoparasitoides de Diptera ciclorrafos (GRIFFITHS, 1964; WHARTON, 1984, 2017). Eles ovipositam em larvas ou ovos e emergem do pupário. A maioria dos Alysiinae é solitária, mas várias espécies de *Aphaereta* são gregárias. A estreita relação entre Alysiinae e Opiinae é bem estabelecida e as duas subfamílias compartilham a mesma biologia (WHARTON *et al.*, 1992).

Opostamente a Opiinae, Alysiinae constitui um grupo monofilético com base nas mandíbulas “exodontes”, isto é, dirigidas para fora e que não se sobrepõe mesmo quando “fechadas”, e na perda da carena occipital. Essas mandíbulas são utilizadas pelo parasitoide para emergir do pupário hospedeiro e substrato no qual o pupário pode estar enterrado. Elas também são usadas na localização de hospedeiros ocultos, ao menos por algumas espécies, para movimentar o habitat do hospedeiro (WHARTON, 2017). Mandíbulas grandes requerem músculos fortes e, portanto, a cabeça é geralmente larga e equipada com grandes músculos que controlam a mandíbula. O hábito geral varia entre grandes e pequenos espécimes, de cerca de 1 a 10 mm de comprimento excluindo-se o ovipositor e antena (STIGENBERG; PERIS-FELIPO, 2019).

Atualmente são reconhecidas em Alysiinae duas grandes e polimórficas tribos: Alysiini e Dacnusi (SHENEFELT, 1974). Muitos gêneros de Alysiini do Novo Mundo têm sido revisados (PAPP, 1969; VAN ACHTERBERG, 1986; WHARTON, 1980), mas novas espécies são constantemente descritas, especialmente no neotrópico (AROUCA; PENTEADO-DIAS; VAN ACHTERBERG, 2004; BRAET; VAN ACHTERBERG, 2003; PERIS-FELIPO; BELOKOBYLSKIJ, 2018, 2019).

Os gêneros de Dacnusi do Novo Mundo foram revisados por Riegel (1982) e Wharton (1994), mas a tribo permanece pouco conhecida nessa região (exceto pelas contribuições recentes de FIGUEROA *et al.*, 2019; SOUZA-GESSNER; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019) e requer novas revisões.

Informações detalhadas sobre a biologia dos Alysiinae estão disponíveis para relativamente poucas espécies de Alysiini (WHARTON, 2017). Sabe-se que os Alysiini utilizam uma ampla gama de hospedeiros, de aproximadamente 30 famílias diferentes de Diptera, predominantemente Agromyzidae, Anthomyiidae, Calliphoridae, Drosophilidae,

Muscidae, Phoridae, Sarcophagidae e Tephritidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Habitam frequentemente solos lamacentos e substratos efêmeros, em decomposição. Enquanto poucas espécies parecem ter uma gama de hospedeiros relativamente ampla (por exemplo, *Aphaereta pallipes* (Say, 1829)), a maior parte parece ser bastante específica (WHARTON, 1984).

Os Dacnusiini, por outro lado, têm sido registrados de 13 famílias de dípteros, principalmente de moscas minadoras de folhas e caules pertencentes às famílias Agromyzidae, Chloropidae e Ephydriidae (KOSTROMINA; TIMOKHOV; BELOKOBYSKIJ, 2016; YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). A biologia do grupo é relativamente melhor conhecida no Velho Mundo. São bem distribuídos nas regiões temperadas e boreais do Hemisfério Norte e, embora numerosas amostras de diferentes países neotropicais sugiram uma empobrecida fauna nessa região, esse padrão precisa ser verificado, conforme salientado por Wharton (2017).

Os Alysiini são mais uniformemente distribuídos, com numerosas espécies em todas as regiões biogeográficas (exceto Antártica). No Novo Mundo, *Aspilota* Foerster, *Dinotrema* e *Aphaereta* Foerster são amplamente distribuídos nas regiões temperada e tropical. *Alysia* Latreille e *Phaenocarpa* Foerster são essencialmente presentes na região boreal e temperada, mas incluem representantes neotropicais, especialmente *Phaenocarpa*. Predominantemente neotropicais são *Gnathopleura* Fischer e *Microcrasis* Fischer, com poucas espécies ocorrendo na região neártica. Os gêneros *Dapsildiastema* Wharton, *Vachterbergia* Wharton, *Pneumosema* Fischer e *Dinostigma* Fischer são endêmicos do Novo Mundo, os dois primeiros da região neotropical (WHARTON, 2017).

Entre os Alysiinae utilizados no controle biológico, incluem-se espécies de *Gnathopleura*, *Aphaereta* e *Alysia* que atacam dípteros Calliphoridae e Muscidae de importância veterinária (LEGNER, 1995; WHARTON, 1984), e *Asobara* e *Microcrasis* que controlam espécies de Tephritidae (OVRUSKI *et al.*, 2000; WHARTON, 2000). Alguns Dacnusiini têm sido empregados com êxito no controle de Agromyzidae (HENDRIKSE *et al.*, 1980).

O interesse na fauna neotropical de Alysiinae tem aumentado nos últimos anos. Frequentemente novas espécies são descritas e gêneros registrados no Brasil (por exemplo, AROUCA; PENTEADO-DIAS, 2006, 2009; AROUCA; PENTEADO-DIAS; VAN ACHTERBERG, 2004; GESSNER-SOUZA; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019; PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIJ, 2019). A fauna dessa subfamília, no entanto, permanece sub-

representada na região (e no Brasil) e listas de espécies e/ou gêneros não estão disponíveis para a vasta maioria dos ambientes que compõem essa região megadiversa.

A identificação em nível de espécie para os Ichneumonoidea da região neotropical é relativamente limitada, pois a maioria dos táxons permanece sem estudos, com muitos exemplares em coleções correspondendo a espécies não descritas. O estudo e compreensão da fauna neotropical de Hymenoptera enfrenta dois problemas principais: a escassez de taxonomistas e a redução dos ecossistemas e ambientes naturais, os quais abrigam a maioria das espécies. Vários especialistas concordam que uma fração importante dessa fauna poderia desaparecer sem sequer ser conhecido seu nome (FERNÁNDEZ, 2006).

Tarefas enormes nesse sentido incluem estudos e proposições de relações filogenética entre os grupos, o que requer a compreensão da fauna mundial, bem como o entendimento de padrões biogeográficos e elucidação de sua história natural (MOUND, 1998). Esses fatores são indispensáveis para a compreensão da biologia desses insetos no trópico, bem como para o seu uso em estratégias de conservação, controle biológico, entre outros (LASALLE; GAULD, 1993). A taxonomia, portanto, segue sendo parte do problema central do entendimento e definição da diversidade biológica.

### 1.5. ÁREAS DE ALTITUDE E ENDEMISMO

Uma vez que não é possível amostrar adequadamente a maior parte dos ambientes naturais, áreas biologicamente ricas, com altos índices de espécies endêmicas e que estão sob forte pressão de degradação ambiental são sugeridas como merecedoras de maior atenção (“*hotspots*”, MYERS, 1988).

Sabe-se que os ecossistemas montanhosos são tipicamente diversos e ricos em espécies, especialmente na região neotropical (CHAVERRI-POLINI, 1998; SARMIENTO, 2002). Isso está relacionado a vários fatores que atuam em diferentes escalas de tempo, como a evolução biológica em resposta à história climática e geológica, adaptações das espécies às restrições ambientais e trocas bióticas com as áreas circundantes (SARMIENTO, 2002).

Não existe uma definição universal de montanhas, mas estruturalmente essas áreas tendem a apresentar uma combinação das seguintes características físicas e biológicas: elevação, terreno inclinado, climas diversos, composição relativamente alta de espécies endêmicas e nativas, graus de fragilidade e isolamento. Funcionalmente, esses ambientes constituem grandes reservas de água do mundo e servem como refúgio para muitas organismos (MARTINELLI, 2007).

As características biológicas das montanhas neotropicais são fortemente influenciadas por eventos geológicos anteriores, bem como por fatores climáticos e edáficos atuais. A ocorrência de um clima frio e temperado dentro de uma zona tropical é frequentemente a base para a natureza insular da flora e da fauna nessas áreas. A umidade do ar e as condições do solo variam amplamente entre as montanhas. Em montanhas áridas e secas, os solos costumam ser altamente salinos, ao passo que em montanhas úmidas, a acidez e o teor de alumínio tendem a ser mais altos. Assim, é esperado que diversos tipos de vegetação e comunidades de plantas ocorram nesses ambientes (MARTINELLI, 2007; CHAVERRI-POLINI, 1998).

A maioria das pesquisas sobre diversidade de plantas montanhosa no Brasil está concentrada em elevações sob o domínio fitogeográfico do cerrado, nos campos rupestres *sensu lato* (por exemplo, MEDINA; FERNANDES, 2007; FERNANDES, 2016a), e na mata atlântica, nos campos de altitude (CAIAFA; SILVA, 2007; SAFFORD; MARTINELLI, 2000).

### ***1.5.1. Campos rupestres***

Os campos rupestres (*sensu lato*, conforme FERNANDES, 2016a) são ecossistemas que compreendem uma das floras mais endêmicas e especiosas dos trópicos, caracterizados por uma alta riqueza de espécies herbáceas e composição única de espécies. A topografia complexa dos ambientes montanhosos, antiga formação geológica e uma certa estabilidade climática (pelo menos nos últimos milhares de anos) pode ter facilitado muitas vias evolutivas a adaptações refinadas da flora e fauna (FERNANDES, 2016b).

A vegetação que evoluiu nos campos rupestres é mantida por fatores edafoclimáticos que limitam o crescimento e a distribuição de árvores por incêndios frequentes e, possivelmente, herbivoria (FERNANDES, 2016b). A variedade de tipos de solo originários da decomposição da matriz rochosa, tipicamente pobre em nutrientes, cria uma enorme diversidade de habitats, micro-habitats e microclimas em toda a paisagem rupestre (LE STRADIC; BUISSON; FERNANDES, 2015), os quais levam a existência de verdadeiros microrrefúgios de importância crítica para a distribuição das espécies (BARBOSA; FERNANDES; SANCHEZ-AZOFEIFA, 2015).

Esses filtros ambientais e interações bióticas também podem ser encontrados em outros ecossistemas no mundo. No entanto, não é apenas a intensidade deles, mas também seu efeito interativo e disposição no espaço geográfico fornecido pelo ambiente montanhoso que contribuiu para a evolução dessa imensa biodiversidade (FERNANDES, 2016b). Essas cadeias montanhosas separam a savana mais diversificada do mundo (o cerrado) da megadiversa mata

atlântica, ou seja, estão inseridas entre o sexto e o quarto *hotspots* de biodiversidade do mundo respectivamente (MYERS *et al.*, 2000).

Tradicionalmente, pesquisas de conservação nos trópicos têm se concentrado nos ecossistemas florestais (como SANCHEZ-AZOFEIFA *et al.*, 2013; VELDMAN *et al.*, 2015) e a literatura científica sobre os campos rupestres é sub-representada comparada às áreas tipicamente florestais (SILVEIRA *et al.*, 2016).

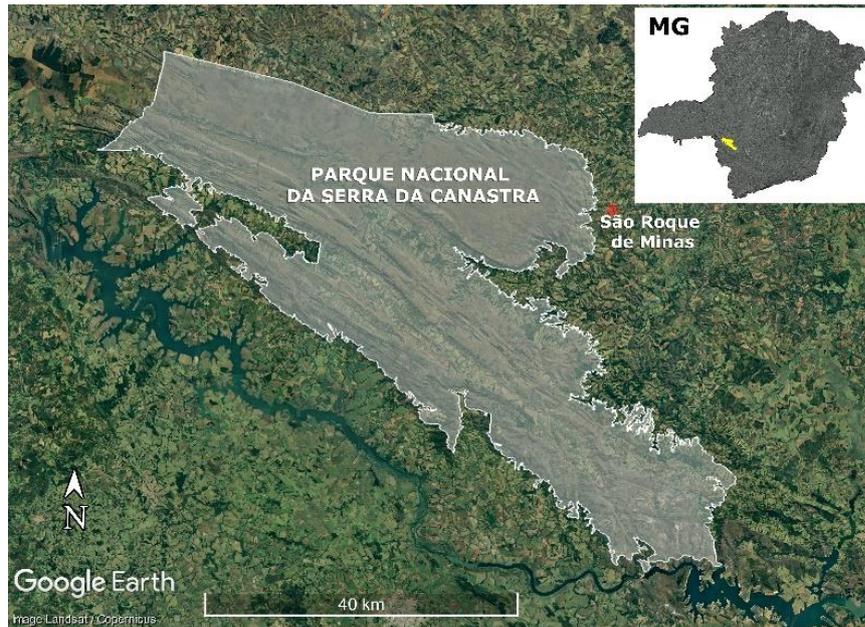
Devido a sua singularidade em termos de biodiversidade, endemismo e ameaças, a parte sul da Cadeia do Espinhaço (MG) foi reconhecida como Reserva da Biosfera pela UNESCO em 2005. Entretanto, a porção norte da Cadeia do Espinhaço e as demais áreas de campo rupestre encontradas em outras montanhas isoladas não foram homenageadas com o título da UNESCO, como é o caso da Serra da Canastra, situada entre a Serra do Espinhaço e as Serras de Goiás (FERNANDES *et al.*, 2014).

#### 1.5.1.1. Parque Nacional da Serra da Canastra

O Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) está situado na porção sudoeste do estado de Minas Gerais (Fig. 1), na região da Serra da Canastra. Sua área abrange seis municípios: São Roque de Minas (44%), Delfinópolis (28%), São João Batista do Glória (13%), Vargem Bonita (6,5%), Capitólio (5%) e Sacramento (4%). O PNSC foi criado pelo Decreto n.º 70.0355, em 3 de abril de 1972, e inclui cerca de 200.000 hectares, dos quais mais de 90.000 estão regularizados (40°40'W, 20°12'S). A região é tradicionalmente conhecida por abrigar pontos históricos importantes, como nascente histórica do rio São Francisco e a cachoeira Casca D'Anta desse mesmo rio (ICMBio, 2020a).

A maior parte da Unidade de Conservação (UC) não está regularizada e sofre forte pressão por atividades agropecuárias, como o uso de insumos agroquímicos e manejo inadequado do solo. Outras atividades conflitantes (inclusive na área regularizada do PNSC) incluem a presença de uma estrada federal com trânsito livre de veículos de aproximadamente 70 km; a supressão da vegetação nativa e substituição de espécies exóticas; invasão por gado, entre outras (MMA; IBAMA, 2005).

A região conta com a ocorrência natural de fogo causado por raios, mas o Parque tem sofrido com incêndios de grandes proporções atribuídas a causas humanas, principalmente ações criminosas (MAGALHÃES; LIMA; RIBEIRO, 2012; MMA; IBAMA, 2005). Os efeitos do fogo para vários grupos de animais, como insetos, anfíbios e aves, ainda é muito pouco estudado (MEDEIROS; FIEDLER, 2004).



**Figura 1.** Mapa do Parque Nacional da Serra da Canastra. Em destaque o município de São Roque de Minas e o estado de Minas Gerais.

O PNSC contribui com 3,8% da área protegida de cerrado em UCs federais e foi considerada uma área cuja prioridade para conservação é extremamente alta (em “Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal”, MMA, 1999).

São reconhecidas 45 espécies vegetais endêmicas no PNSC e consideradas 17 áreas de endemismo entre as diferentes fitofisionomias (MMA; IBAMA, 2005; ROMERO; NAKAJIMA, 1999). O PNSC tem grande importância na preservação da flora regional, abrigando espécies endêmicas da região oeste e sudoeste de Minas Gerais que não estão protegidas por nenhuma outra área protegida. Muitas dessas espécies são restritas ao Chapadão da Canastra (área protegida do Parque), como *Barbacenia fulva* (Velloziaceae) e *Chaetostoma canastrensis* (Melastomataceae). Outras são restritas a determinadas áreas ou extremamente raras, com ocorrência em um único local, como *Microlicia flava* (Melastomataceae) (MMA; IBAMA, 2005).

Em relação à fauna, o PNSC abriga espécies de vertebrados típicas do cerrado e demais formações abertas do Brasil Central, muitas sob ameaça de extinção. Quatro espécies de anfíbios foram descritas para a região do PNSC, sendo uma delas encontrada apenas nos entornos da nascente do rio São Francisco (HADDAD; ANDRADE; CARDOSO, 1988). O número de espécies de aves registradas para a região do Parque é cerca de 350, sendo que 22 são consideradas ameaçadas de extinção. O pato-mergulhão, por exemplo, uma das poucas aves brasileiras adaptadas a rios de regiões de planalto, tem a maior população em vida livre ocorrendo na região do PNSC e está criticamente ameaçada de extinção em nível global (MMA;

IBAMA, 2005). O PNSC também apresenta uma alta diversidade de mamíferos, com espécies incluídas na lista vermelha de animais ameaçados (IUCN, *World Conservation Union*, HILTON-TAYLOR, 2000), como o tatu-canastra e o lobo-guará (MMA; IBAMA, 2005).

Dados sobre a ocorrência e distribuição de grupos de artrópodos no PNSC não estão disponíveis no plano de manejo do Parque e poucas informações são encontradas na literatura. Para Hymenoptera, doze superfamílias são conhecidas na região do PNSC: Apoidea, Ceraphronoidea, Chalcidoidea, Chrysidoidea, Cynipoidea, Evanioidea, Ichneumonoidea, Platygastroidea, Proctotrupeoidea, Tenthredinoidea, Trigonalioidea, Vespoidea (ABREU; ZAMPIERON, 2009; COSTA JÚNIOR *et al.*, 2014).

Ao menos 28 famílias de himenópteros parasitoides já foram registradas no Parque, entre as mais comuns e abundantes: Braconidae e Ichneumonidae (Ichneumonoidea); Chalcididae, Encyrtidae, Eulophidae, Eurytomidae, Pteromalidae (Chalcidoidea); Platygastriidae, Scelionidae (Platygastroidea) e Diapriidae (Proctotrupeoidea) (ABREU; ZAMPIERON, 2009; PÁDUA; ZAMPIERON, 2012; PÁDUA; ZAMPIERON; NUNES, 2014).

Inventários de gêneros para grupos de Hymenoptera dessa região não foram encontrados, exceto pelo estudo recente de Vicente (2019) com Vespoidea. Pádua, Zampieron & Nunes (2014), por sua vez, reportaram três gêneros de Ichneumonidae, *Neotheronia* Krieger, *Pimpla* Fabricius e *Zonopimpla* Ashmead.

Recentemente, uma nova espécie de *Coelinus* (Braconidae, Alysiinae, Dacnusiini) foi descrita no PNSC, *Coelinus canastra* Souza-Gessner & Penteado-Dias, 2019. Esse estudo forneceu o primeiro registro do gênero para o Brasil (SOUZA-GESSNER; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019).

### **1.5.2. Mata atlântica**

A mata atlântica, considerada um *hotspot*, é uma das cinco áreas mais ameaçadas do planeta, restando menos de 8% de sua área original (DEAN, 1996). O alto grau de endemismo encontrado nesse domínio reforça a necessidade de conservação dos remanescentes e recuperação de áreas degradadas como esforço para evitar a extinção de inúmeras espécies. São registradas cerca de 8.000 espécies vegetais endêmicas e cerca de 100 espécies de vertebrados endêmicos ameaçados de extinção. No entanto, menos de 1/4 dos remanescentes de mata atlântica estão protegidos por UCs de proteção integral (ICMBio, 2008; RBMA, 2020).

No estado do Rio de Janeiro, os remanescentes de floresta ombrófila densa (uma formação de mata atlântica) estão em maior proporção quanto maior for a altitude e, geralmente, em áreas protegidas em UCs. Existem significativas extensões de florestas contínuas e

conservadas, como ocorre na Serra dos Órgãos (ICMBio, 2008). Em áreas onde são encontrados terrenos montanhosos, o gradiente altitudinal é acompanhado por mudanças na estrutura ambiental. Nas altitudes mais elevadas, a vegetação tende a se tornar menos complexa e o solo a apresentar um maior acúmulo de matéria orgânica devido às temperaturas mais baixas (MARTINELLI, 2007).

Esses ecossistemas se destacam por protegerem e manterem as cabeceiras das bacias e, no geral, apresentam altos níveis de endemismo e diversidade biológica (HAMILTON; JUVIK; SCATENA, 1995). O grau de severidade das condições ambientais, junto às diferenças ecológicas mais pronunciadas, pode promover altos graus de especialização das comunidades existentes (MALHI *et al.*, 2010). Assim, a altitude pode representar um conjunto de fatores, biológicos e ambientais, que atuam na estrutura das comunidades (RAHBEK, 2005).

#### 1.5.2.1. Parque Nacional da Serra dos Órgãos

O PNSO está situado no Rio de Janeiro (Fig. 2), nos municípios de Petrópolis, Teresópolis, Guapimirim e Magé. É o terceiro Parque mais antigo do Brasil, criado pelo Decreto n.º 1.822 de 30 de novembro de 1939 (e atualizado pelo Decreto n.º 90.023 de 20 de setembro de 1984 e Decreto s/n. de 13 de setembro de 2008), com o objetivo de proteger florestas primitivas, cabeceiras de rios e campos de altitude da Serra do Mar. Atualmente a área do Parque inclui cerca de 20.000 hectares (ICMBio, 2020b).



**Figura 2.** Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Em detalhe o município de Teresópolis e o estado do Rio de Janeiro.

A Serra dos Órgãos se refere ao trecho mais elevado da Serra do Mar, na região central do estado do Rio de Janeiro, onde estão localizados alguns dos picos mais elevados do estado. Devido sua antiguidade e localização, o PNSO está entre as UCs mais estruturadas do país, sendo referência em incentivo à ciência, educação ambiental, prevenção e combate a incêndios florestais. A região do PNSO está entre as mais preservadas do Rio de Janeiro, com uma parcela significativa ainda coberta por floresta ombrófila densa (16% contra 9% no estado todo) (ICMBio, 2008).

Em 1992 o PNSO foi incluído na Reserva da Biosfera da mata atlântica, na Conferência Mundial do Meio Ambiente, sendo a primeira Reserva da Biosfera brasileira. O Ministério do Meio Ambiente declara essa região como de extrema importância biológica, reconhecendo-a como prioritária para a conservação da floresta Atlântica e Campos Sulinos. Ainda, a Serra dos Órgãos ocupa posição central no Corredor Ecológico da Serra do Mar, definido como uma das áreas estratégicas pelo Projeto Parques e Reservas (ICMBio, 2008).

Por outro lado, levantamentos indicam uma provável perda na qualidade dos remanescentes dentro da UC e aumento da vegetação secundária. Além disso, o tamanho das cidades no entorno e a proximidade à região metropolitana do Rio de Janeiro faz com que a área urbana ocupada na região seja bem superior à média do estado. O uso e ocupação do solo geram diferentes problemas ambientais adicionais, como a poluição hídrica, considerada um problema na região. Efluentes industriais, águas contaminadas por agrotóxicos e efluentes domésticos são despejados diretamente nos rios e córregos dos quatro municípios que abrangem o PNSO (ICMBio, 2008).

Em relação às UCs do estado, o PNSO é a mais representativa em número de espécies de angiospermas inventariadas, incluindo cerca de 1.512 spp. e apresenta uma vegetação relativamente bem conservada, rica em palmeiras, cipós, epífitas e árvores de grande porte (ICMBio, 2008). Na região, a grande variação altitudinal em uma área relativamente pequena levou à criação de ambientes e composição de espécies únicos. As condições ambientais, sobretudo as temperaturas muito baixas, têm grande influência na distribuição das plantas. A composição florística dos campos de altitudes é muito distinta das formações do seu entorno, tipicamente florestas, sendo de grande importância em termos de diversidade biológica e alto índice de endemismo. Estudos indicam a presença de 347 espécies vegetais nos campos de altitude do PNSO, 66 delas endêmicas, como *Prepusa hookeriana* (Gentianaceae) e *Linum organensis* (Linaceae) (MARTINELLI, 1996).

O endemismo de espécies de animais foi muito pouco estudado nas partes altas do Parque. Embora existam lacunas no conhecimento e distribuição de vários grupos de animais, a fauna

do PNSO é certamente bastante diversa. São conhecidas 735 espécies de mamíferos e 462 espécies de aves (as quais representam 27% do total registrado no país). Dentre elas, 120 espécies de mamíferos, 72 de aves e diversas espécies de anfíbios, répteis e peixes que ocorrem na região estão sob algum nível de ameaça (ICMBio, 2008; IUCN, 2006).

A região do PNSO abriga também uma alta diversidade de animais invertebrados. No entanto, existem poucos dados catalogados para a maioria dos grupos e as espécies registradas, identificadas e publicadas somam um pouco mais de 260, ainda que o número real seja decerto muitas vezes maior. Diversos grupos de invertebrados ainda não contam com registro científico nessa UC, apesar de observados, como crustáceos, gastrópodes e outros. Existe uma lacuna significativa no conhecimento desses organismos na região (ICMBio, 2008).

Considerando os artrópodos, Bragagnolo & Pinto-da-Rocha (2003) encontraram 64 espécies de opiliões no PNSO, sendo 15 delas conhecidas somente na área do Parque. Esses achados tornaram o PNSO um dos locais conhecidamente mais diversos em opiliões do Brasil (ICMBio, 2008). Cerca de 70 espécies de mosquitos (Diptera) foram identificadas no PNSO (DAVIS, 1945; GUIMARÃES; ARLÉ, 1984) e estudos sugerem uma grande diversidade de Coleoptera (FLINTE; MACEDO; MONTEIRO, 2009).

Peronti & colaboradores (2007) registraram 52 espécies de afídeos, 22 espécies de cócoídeos (Hemiptera) e relataram 29 famílias de himenópteros parasitoides associados a esses hemípteros. Entre os parasitoides primários, foram registradas quatro espécies da subfamília Aphidiinae (Ichneumonoidea, Braconidae), duas espécies da família Aphelinidae (Chalcidoidea) e uma espécie hiperparasitoide da família Figitidae (Cynipoidea) (PERONTI *et al.*, 2007).

## 2. JUSTIFICATIVAS

Os Ichneumonoidea são himenópteros parasitoides que formam uma das maiores superfamílias do reino animal, com muitas espécies desconhecidas especialmente na região neotropical e, provavelmente, compõem a maior parte dos Hymenoptera existentes nessa região (FERNÁNDEZ, 2006).

Em Ichneumonoidea, Braconidae é uma das famílias mais diversas de insetos (CAMPOS; SHARKEY, 2006), dominante na regulação de espécies (GASTON, 1991), potencial indicadora de riqueza e estabilidade dos ecossistemas (WHITFIELD; LEWIS, 2001) e útil no estudo de interações parasitoide-hospedeiro (STOLTZ; WHITFIELD, 1992; WHITFIELD, 2002). Apesar dos crescentes esforços, o conhecimento taxonômico e ecológico de Braconidae

é ainda incipiente na região neotropical (FERNÁNDEZ; SHARKEY, 2006; WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Alysiinae é uma subfamília conspicuamente diversa dentre os Braconidae (DOLPHIN; QUICKE, 2001). Embora ainda muito pouco conhecida na região neotropical, crescentes estudos sugerem a existência de uma fauna diversa no Brasil (AROUCA; PENTEADO-DIAS, 2006, 2009; GESSNER-SOUZA; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019; PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIY, 2019).

É nesse contexto que se justifica o estudo dos Braconidae e Alysiinae em áreas neotropicais dotadas de características ambientais únicas, com um alto grau de endemismo e heterogeneidade de habitats, como os campos rupestres (*s. l.*) e as florestas e campos de altitude da mata atlântica (FERNANDES, 2016b; MARTINELLI, 1996; RIZZINI, 1979).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVOS GERAIS

Este estudo tem como objetivo contribuir para o conhecimento taxonômico da família Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) de duas Unidades de Conservação da região sudeste do Brasil, com ênfase na subfamília Alysiinae.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Através de três métodos de coleta, abordando duas fitofisionomias de campo rupestre (*s. l.*) em áreas protegidas no Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG):

- comparar o padrão da abundância dos Ichneumonidae e Braconidae em relação a distribuição temporal e espacial;
- conhecer as subfamílias de Braconidae e os gêneros de Alysiinae que ocorrem na área;
- avaliar os padrões de distribuição temporal e espacial da abundância, riqueza e diversidade de subfamílias de Braconidae, e gêneros e morfoespécies de Alysiinae;
- verificar a significância e o grau de associação entre variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa) e abundância/riqueza de subfamílias e morfoespécies obtidas com o uso de armadilhas de Moericke.

b) Ao longo de um gradiente altitudinal (entre cerca de 140 e 2.200 m de altitude), em áreas de mata atlântica (floresta ombrófila densa) situadas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Teresópolis, RJ):

- conhecer o gêneros de Alysiinae que ocorrem na área;
- avaliar os padrões de distribuição temporal e espacial da abundância, riqueza e diversidade de gêneros de Alysiinae;
- verificar a significância e o grau de associação entre a variação de altitude e abundância/riqueza de gêneros de Alysiinae.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. ÁREA DE ESTUDO**

O material estudado foi coletado em duas UCs situadas na região sudeste do Brasil: Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG) e Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Teresópolis, RJ).

#### ***4.1.1. Parque Nacional da Serra da Canastra***

A Serra da Canastra é uma região de maciços planálticos de estrutura complexa e planaltos sedimentares compartimentados, situada na faixa de transição entre o “Domínio dos Chapadões”, recoberta por cerrados e penetrados por “florestas-galerias”, e o “Domínio dos Mares de Morro Florestados” (AB’SÁBER, 1973).

A região é marcada por uma densa rede de drenagem, com inúmeros tributários e nascentes que alimentam os diversos cursos d’água, incluindo as porções de cabeceiras das bacias hidrográficas dos rios São Francisco (ao sul) e a do rio Paranaíba (ao norte), a qual recebe os aportes das cabeceiras do rio Araguari (MMA; IBAMA, 2005).

A Serra da Canastra faz parte da porção do alto São Francisco, região de clima Tropical do Brasil central, onde predominam temperaturas subquentes e clima semiúmido, com quatro a cinco meses secos. O clima da região é sazonal, com chuvas no verão e inverno seco. A área protegida tem ao menos 90% de suas terras em elevações que excedem 900 m, onde o clima predominante é o tropical de altitude temperado com invernos secos (Cwb), de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas médias mensais variam entre 18-22 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.500 mm, uma combinação que permite uma rápida produção de biomassa. As chuvas se concentram (85%) no período de outubro a março, com relâmpagos associados, enquanto os meses de abril a setembro são severamente secos (MMA; IBAMA, 2005).

Uma caracterização climática com base em uma série histórica de registros não está disponível para a região do PNSC. No entanto, a partir de dados obtidos entre 1999 e 2002 no

interior do Parque, a temperatura registrada oscilou entre 0,9°C e 29,1°, sendo as médias dos períodos secos de inverno cerca de 16,5°C e período úmido de 18,9°C (MMA; ICMBio, 2005).

Em razão dos usos anteriores à criação do PNSC, principalmente ao uso do fogo para manejo de pastagens, todas as formações florestais existentes na região já sofreram algum tipo de alteração, em diferentes graus. Algumas árvores remanescentes de condições primárias podem ser encontradas, mas em seu conjunto a cobertura florestal encontra-se em estágio secundários (MMA; IBAMA, 2005).

A área onde está situado o PNSC e seu entorno pertencem ao domínio fitogeográfico do cerrado (*sensu lato*). A maior parte da superfície é coberta por vegetação campestre, representada por três fitofisionomias: campo-sujo, campo limpo e campos rupestres (*sensu stricto*); ocorrem também formações savânicas, como cerrado *s. s.* (RIBEIRO; WALTER, 1998). Essas áreas apresentam um alto índice de endemismo, uma vez que ocorrem em locais de condições ecológicas muito particulares (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997).

Neste estudo, foram amostradas áreas no PNSC na região conhecida como Chapadão da Canastra, a partir de duas fitofisionomias: mata de galeria e campo rupestre (*s. s.*). Foi considerada mata de galeria uma formação florestal que acompanha córregos e cursos rios de pequeno porte, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos d'água, localizadas em fundos de vale ou cabeceiras de drenagem, inundável ou não-inundável (conforme RIBEIRO; WALTER, 1998). A seguinte descrição da vegetação foi baseada no plano de manejo do PNSC (MMA; IBAMA, 2005).

O campo rupestre (*s. s.*) é predominantemente herbáceo-arbustivo, com presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas. São caracterizados pela presença de afloramentos rochosos em solos rasos e litólicos e uma grande heterogeneidade de ambientes, propiciando uma composição florística rica, com muitas espécies endêmicas. Grupos de plantas comumente encontrados nessa fitofisionomia são: Asteraceae (*Eremanthus*, *Lychnophora*, *Vernonia*), Bromeliaceae (*Actinocephalus*), Eriocaulaceae (*Paepalanthus*, *Syngonanthus*), Iridaceae (*Sisyrinchium*, *Trimezia*), Lamiaceae (*Hypenia*, *Hyptis*), Fabaceae (*Chamaecrista*, *Galactia*, *Mimosa*, *Periandra*), Lythraceae (*Cuphea*, *Diplusodon*), Melastomataceae (*Leandra*, *Miconia*, *Microlicia*, *Tibouchina*), Myrtaceae (*Myrcia*), Orchidaceae (*Bulbophyllum*, *Cyrtopodium*, *Epidendrum*), Poaceae (*Panicum*, *Paspalum*), Rubiaceae (*Declieuxia*), Velloziaceae (*Barbacenia*, *Vellozia*), Vochysiaceae (*Qualea*) e Xyridaceae (*Xyris*).

Ao longo dos cursos d'água ocorrem formações florestais com porte de 3 a 15 m. Muitas vezes o limite entre mata e campo se dá de forma brusca, sem a presença de um ambiente de transição. Nos ambientes mais úmidos, muitas vezes inundáveis, são comuns: aroeirinha

(*Lithraea molleoides*), palmito-juçara (*Euterpe edulis*), palmeira uricanga (*Geonoma bravispatha*), pau-pombo (*Tapira guianensis*), mangue (*Calophyllum brasiliensis*) e amescado-brejo (*Protium heptaphyllum*). Essas formações são importantes para a proteção de drenagens e fazem parte da dinâmica biológica de muitos animais da região. No geral, a presença de árvores produtoras de frutos é alta nesses ambientes. Algumas matas se encontram em estádios secundários iniciais, frequentemente com quaresmeiras (*Tibouchina* sp.), papagaio (*Aegiphilla sellowiana*), além de diversos cipós das famílias Bignoniaceae, Convolvulaceae e Sapindaceae.

Nas proximidades da portaria 1 (e alojamento “Jaguarê”) são encontrados campos rupestres e córregos associados, bem como campos limpos. Essa área apresenta excelente qualidade de água e concentra o maior número de espécies vegetais endêmicas, incluindo espécies exclusivas aos campos rupestres desta área, como *Barbacenia fulva* (Velloziaceae). A região da parte alta da Casca D’Anta é dominada por campos rupestres e campos limpos, e reúne muitas espécies de plantas endêmicas que ocorrem principalmente nas altitudes mais elevadas; *Microlicia flava* (Melastomataceae) é endêmica deste local (ROMERO; NAKAJIMA, 1999).

#### **4.1.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos**

O PNSO apresenta um relevo singular, fortemente montanhoso, com áreas variando entre cerca de 150 m e 2.263 m de altitude, sendo que as regiões mais elevadas predominam na parte central do Parque. A região pertence ao sistema orográfico da Serra do Mar, caracterizado pela presença de gnaisses granitoides do período pré-cambriano (AMADOR, 1997).

A região da Serra dos Órgãos protege mananciais que drenam para as duas principais bacias hidrográficas fluminenses, Baía de Guanabara e Paraíba do Sul, atingindo áreas da baixada fluminense e encostas da Serra do Mar, interior do estado do Rio de Janeiro e extensão significativa de São Paulo e Minas Gerais (ICMBio, 2008).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb (mesotérmico, com verões brandos, sem estação seca), caracterizado pela abundância das precipitações nos meses de inverno e amenização da temperatura pela altitude, e Cwb (tropical de altitude temperado) com curta estação seca no inverno. A pluviosidade média varia de 1.500 a mais de 3.600 mm e tem distribuição sazonal, com concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e período seco no inverno (de junho a agosto). É a área de maior pluviosidade no estado (DAVIS; NAGHETTINI, 2001).

A temperatura média anual varia de 13 °C a 23 °C, sendo que nas áreas superiores a 800 m não ultrapassa 19 °C (BRAVO, 2007). No inverno, as temperaturas mínimas são baixas, chegando a 1 °C, com frequente ocorrência de névoa e chuvas persistentes. Nas partes mais altas da serra, no entanto, as temperaturas registradas alcançam -5 °C (IBDF; FBCN, 1980).

O Parque está inserido no domínio fitogeográfico da mata atlântica, região mais impactada pela presença humana desde o início da colonização do Brasil (DEAN, 1996). Sua vegetação, classificada como floresta ombrófila densa (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991) ou floresta tropical pluvial atlântica (RIZZINI, 1979), é rica em palmeiras, cipós, epífitas e árvores de grande porte. Ocorrem trechos de cobertura original, mas a maior parte das formações florestais consistem em matas secundárias bem evoluídas no processo de sucessão florestal (BRAVO, 2007).

O PNSO protege os remanescentes mais importantes de floresta alto-montana da região (AMADOR, 1997). As áreas preservadas de campo de altitude (e correlatas) somam mais de 80% da área da UC e apresentam cobertura muito bem preservada (BRAVO, 2007). Segundo a classificação de Rizzini (1979), o PNSO abrange quatro fitofisionomias da floresta ombrófila densa, que variam de acordo com a altitude: floresta pluvial baixo-montana, floresta pluvial montana, floresta pluvial alto-montana e campos de altitude. A seguinte descrição da vegetação que foi baseada no plano de manejo do PNSO (ICMBio, 2008).

Nas áreas mais baixas e seu entorno, abaixo de 500-800 m de altitude, predominam formações do tipo floresta pluvial baixo-montana, relacionada a solos profundos e bem drenados. As maiores árvores dessa formação possuem 15-20 m de altura e existe uma densidade de árvores menor do que na floresta montana e pouca presença de epífitas, palmeiras e samambaias, muito comuns na última. Em geral, a camada de serapilheira é pouco espessa e o solo fica ressecado no período seco. A diversidade de espécies vegetais na floresta baixo-montana é elevada, sendo muito comum a ocorrência de espécies características de matas mais secas, como cedro (*Cedrela fissilis*), copaíba (*Copaifera langsdorfii*), jacarandá-branco (*Platydictyon elegans*), entre outras. Já em áreas mais úmidas, a vegetação se assemelha à floresta montana.

Entre 600 e 1.600 m de altitude predominam as florestas montana. É a formação que possui maior estratificação vegetal no Parque, com solos profundos de rochas cristalinas decompostas de até 60 m de profundidade, permitindo a ocorrência de árvores de grande porte. A estrutura dessa floresta é variável dependendo das condições específicas de cada área, mas é comum as maiores árvores atingirem até 40 m. Além do estrato superior, encontram-se outros estratos arbóreos, arbustivos e herbáceo, o que garante a boa interceptação da água da chuva.

Nas florestas montana geralmente existe uma espessa camada de serapilheira, que é importante na dinâmica hidrológica e erosiva dos solos. Uma grande diversidade de espécies vegetais pertencentes a vários grupos é encontrada nessa formação, como palmitheiro-juçara (*Euterpe edulis*), jequitibá rosa (*Cariniana estrelensis*), bambus, bromélias, orquídeas, lianas (cipós), begônias, entre outras.

A partir de 1.300, mas predominante entre 1.500 e 1.800 m de altitude, ocorrem as formações alto-montana. É uma típica floresta úmida, frequentemente envolta por densas nuvens durante longos períodos, também conhecida como mata nebulosa. A vegetação alto-montana é dominada por espécies de pequeno porte, entre 5 e 10 m de altura. As árvores apresentam troncos tortuosos e cobertos por musgos e epífitas. O sub-bosque desta mata é composto por uma grande diversidade espécies arbustivas. Epífitas e bromeliáceas são abundantes e as bordas de afloramentos rochosos são tomadas por pteridófitas e briófitas de diversas espécies. Nessas áreas, o número de espécies endêmicas é elevado.

Acima dos 1.600 m de altitude, onde as temperaturas se aproximam de 0 °C no inverno, a mata é substituída por uma vegetação xerofítica, os campos de altitude. O domínio completo dessa fitofisionomia começa acima de 1.800 m, onde a vegetação é mais baixa e aberta, predominantemente herbáceo-arbustiva, e se desenvolve sobre os afloramentos rochosos. Devido a elevada altitude, o solo é raso e tem pouco aporte de matéria orgânica; a vegetação possui aspecto seco e a radiação solar é intensa. Em áreas em declive e exposta à ventos e chuvas, as rochas são nuas, quase não havendo cobertura vegetal, apenas pequenas manchas dominadas por Velloziaceae e Amaryllidaceae. A vegetação dos campos de altitude tem alguma semelhança com a flora dos Andes e com outras formações abertas do Brasil, como de cerrado, campos rupestres e pampas.

## 4.2. COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

### 4.2.1. Métodos de coleta

O material amostrado no PNSC foi obtido a partir de três métodos de captura de insetos: armadilhas de Moericke (MOERICKE, 1951), armadilha Malaise (MALAISE, 1937, modificado por TOWNES, 1972) e armadilha luminosa (semelhante ao modelo “Luíz de Queiroz”, conforme GALLO *et al.*, 1967; SILVEIRA NETO; SILVEIRA, 1969). O material estudado no PNSO foi coletado com o uso de armadilhas Malaise.

#### 4.2.1.1. Armadilhas de Moericke

As armadilhas de Moericke (Fig. 3) consistem em bandejas ou bacias de cor amarela de aproximadamente 20 cm de diâmetro, colocadas no solo, contendo uma mistura de água, detergente e sal. Os insetos são atraídos pela cor do recipiente e, ao caírem na mistura, afundam, pois o detergente reduz a tensão superficial, facilitando a captura; o sal ajuda na preservação do material durante a coleta. Depois de transcorrido o período desejado (geralmente não mais que 3 dias), o material foi coado em um tecido fino e fixado em álcool 92%.



**Figura 3.** Armadilhas de Moericke em uma mata de galeria no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. **A.** Dispositivo *Data Logger* utilizado para registrar variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa e ponto de condensação) durante o período de coleta.

#### 4.2.1.2. Armadilha Malaise

A armadilha Malaise (Fig. 4) é um método de coleta passiva, por interceptação de voo, muito frequentemente utilizado para a captura de insetos. É composta por peças de tecidos verticais pretos na parte inferior e duas peças brancas na parte superior, formando uma abertura bilateral que culmina em um recipiente localizado no ponto alto da armadilha, acoplado a um frasco coletor. Ao colidirem com o tecido escuro da armadilha, na tentativa natural de subir para escapar, os insetos se acumulam no topo e caem no frasco contendo solução para fixação do material (VAN ACHTERBERG, 2009). Neste estudo foi utilizada solução de Dietrich (cerca de 600 ml de álcool etílico 96 GL, 300 ml de água destilada, 100 ml e formol 40% e 20 ml de ácido acético).



**Figura 4.** Armadilha Malaise montada em uma área de campo rupestre no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. O frasco coletor é mostrado em detalhe à direita.

#### 4.2.1.3 Armadilha luminosa

A armadilha luminosa (Fig. 5) é composta por quatro partes: um disco de cobertura superior com um aro para ficar suspensa; quatro aletas perpendiculares entre si (presentes ou não), com uma lâmpada ao meio, geralmente fluorescente; um cone de captura e um frasco coletor acoplado (SILVEIRA NETO; SILVEIRA, 1969). O frasco foi preenchido com álcool 92% para a fixação do material.



**Figura 5.** Armadilhas luminosas utilizados no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. A armadilha da direita difere por não possuir as aletas na região da lâmpada.

### 4.2.2. Metodologia amostral

#### 4.2.2.1. Parque Nacional da Serra da Canastra

Foram realizadas 12 expedições ao PNSC entre novembro de 2018 e dezembro de 2019. Uma vez que a primeira expedição não incluiu a coleta de amostras provenientes de armadilhas

Malaise (pois foram instaladas nesse período) e a última expedição não incluiu amostras de armadilhas de Moericke e luminosa, foram considerados 11 períodos de coleta para cada método utilizado, conforme mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Períodos de coletas realizadas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, de acordo com o tipo de armadilha.

Coleta	Moericke	Malaise	Luminosa
1	27 a 30-11-2018	26-11-18 a 06-01-2019	27-11 a 01-12-2018
2	05 a 08-01-2019	05-01 a 06-02-2019	05 a 09-01-2019
3	05 a 08-02-2019	05-02 a 07-03-2019	06 a 09-02-2019
4	06 a 09-03-2019	06-03 a 03-04-2019	06 a 10-03-2019
5	02 a 05-04-2019	02-04 a 07-05-2019	02 a 06-04-2019
6	06 a 09-05-2019	06-05 a 05-06-2019	06 a 10-05-2019
7	04 a 07-06-2019	04-06 a 13-07-2019	04 a 08-06-2019
8	12 a 15-07-2019	12-07 a 21-08-2019	12 a 16-07-2019
9	20 a 23-08-2019	20-08 a 27-09-2019	20 a 24-08-2019
10	26 a 29-09-2019	26-09 a 27-10-2019	26 a 30-09-2019
11	26 a 29-10-2019	26-10 a 01-12-2019	26 a 30-10-2019

Foram estabelecidos três pontos de coleta, 1, 2 e 3, sendo cada um deles representado por duas áreas de duas fitofisionomias adjacentes: uma mata de galeria e um campo rupestre (Tab. 2, Fig. 6). Cada método de coleta (Moericke, Malaise e luminosa), portanto, contou com seis áreas de amostragem por coleta, três delas em matas de galeria (I, III e V) e três em campos rupestres (II, IV, VI) – com exceção da armadilha luminosa na primeira coleta que foi instalada apenas no ponto 1 (armadilhas I e II).

**Tabela 2.** Localização das áreas amostradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (Linhas sombreadas mostram dados de matas de galeria. Moe. Armadilhas de Moericke; Mal. Armadilha Malaise; Lum. Armadilha luminosa. <sup>1</sup>Armadilha luminosa ligada a energia elétrica, as demais são a bateria automotiva).

Ponto	Área	Fitofisionomia	Método de coleta	Altitude (m)	Coordenadas
1	I	Mata	Moe., Mal., Lum. <sup>1</sup>	1.317	20°15'15.29"S, 46°25'14.38"O
	II	Campo	Moe., Mal., Lum. <sup>1</sup>	1.364	20°15'35.71"S 46°25'21.40"O
2	III	Mata	Moe., Mal.	1.371	20°14'12.69"S 46°26'55.24"O
			Lum.	1.378	20°15'03.10"S 46°26'08.9"O
	IV	Campo	Moe., Mal., Lum.	1.444	20°13'48.02"S 46°26'47.66"O
3	V	Mata	Moe., Mal.	1.215	20°17'45.94"S 46°31'28.70"O
			Lum.	1.180	20°17'50.74"S 46°31'19.02"O
	VI	Campo	Moe., Mal., Lum.	1.216	20°17'47.76"S 46°31'31.14"O

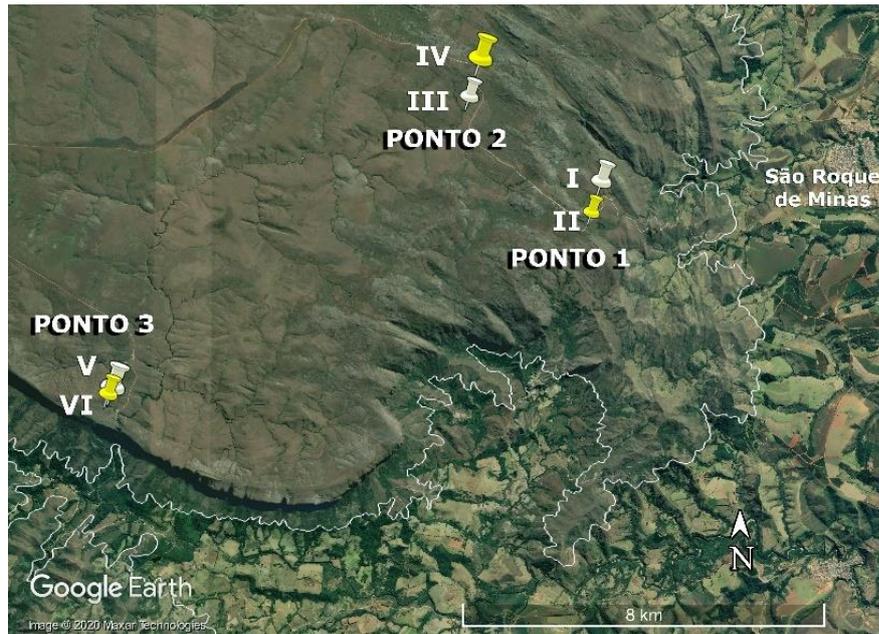
Em cada coleta, foram instaladas 100 armadilhas de Moericke por área, totalizando em 600 bandejas por coleta (e 6.600 neste estudo). Em cada coleta e em cada área, as 100 armadilhas foram deixadas por cerca de 48 horas; após esse período, o conteúdo das bacias foi coado, fixado e etiquetado para posterior identificação.

Entre as coletas 2 e 11, as armadilhas de Moericke foram instaladas acompanhadas de um dispositivo EasyLog USB-2 *Data Logger* (Fig. 3A) utilizado para mensurar três variáveis abióticas durante o período de coleta: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura do ponto de condensação. Assim, em cada coleta (a partir da segunda), seis dispositivos foram utilizados para registrar os dados dos locais de coleta (I a VI), a cada uma hora, totalizando em uma média de 48-49 contagens por área amostrada. Os dispositivos foram colocados dentro de uma gaiola (com ampla passagem de ar) e pendurados a aproximadamente 1,5 m do solo para a mensuração das variáveis. Os períodos dos registros das variáveis abióticas podem ser consultados em detalhe no Apêndice A.

As seis armadilhas Malaise foram instaladas na primeira expedição e os frascos trocados uma vez a cada mês nas coletas subsequentes, de janeiro a novembro/dezembro de 2019, em intervalos de aproximadamente 30 dias, totalizando em 66 frascos de coleta.

Foram utilizadas seis armadilhas luminosas; em duas delas, a estrutura difere na ausência das aletas metálicas (Fig. 5). As armadilhas luminosas do ponto 1 foram ligadas diretamente à rede de energia elétrica (220 v) e nesse caso foram utilizadas lâmpadas fluorescentes. Para as demais localidades (luminosas de IV a VI), dada a impossibilidade de conexão à rede elétrica de energia, utilizou-se uma bateria automotiva por armadilha e lâmpadas de LED. As armadilhas à bateria foram instaladas somente a partir da segunda coleta (janeiro de 2019) e, portanto, o material coletado por esse método na coleta 1 se refere somente às luminosas I e II.

O ponto 1 (Fig. 6) está situado próximo à portaria 1 do Parque (próximo ao alojamento “Jaguarê”), a principal entrada do PNSC. Embora preservado do ponto de vista ambiental, esse ponto está numa área sob forte influência antrópica. A mata de galeria I (Fig. 7) acompanha um trecho do rio do Peixe e tem uma largura máxima de cerca de 100 m. O campo rupestre II (Fig. 10) está localizado bem próximo da estrada principal.



**Figura 6.** Áreas e pontos amostrados no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. Áreas I, III e V estão em matas de galeria; II, IV e VI, em campos rupestres.

O ponto 2 está localizado próximo à nascente histórica do rio São Francisco, à cerca de 3,4 km do ponto 1 (em linha reta). A mata III (Fig. 8) referida para Malaise e Moericke está a cerca de 300 m da estrada do Parque; a largura máxima do fragmento é em torno de 60 m. A luminosa III, entretanto, não pode ser instalada na mesma mata devido à dificuldade para transportar a bateria automotiva. A mata da luminosa III está mais próxima da mata I e à margem da estrada, e forma um fragmento com cerca de 70 m de largura.

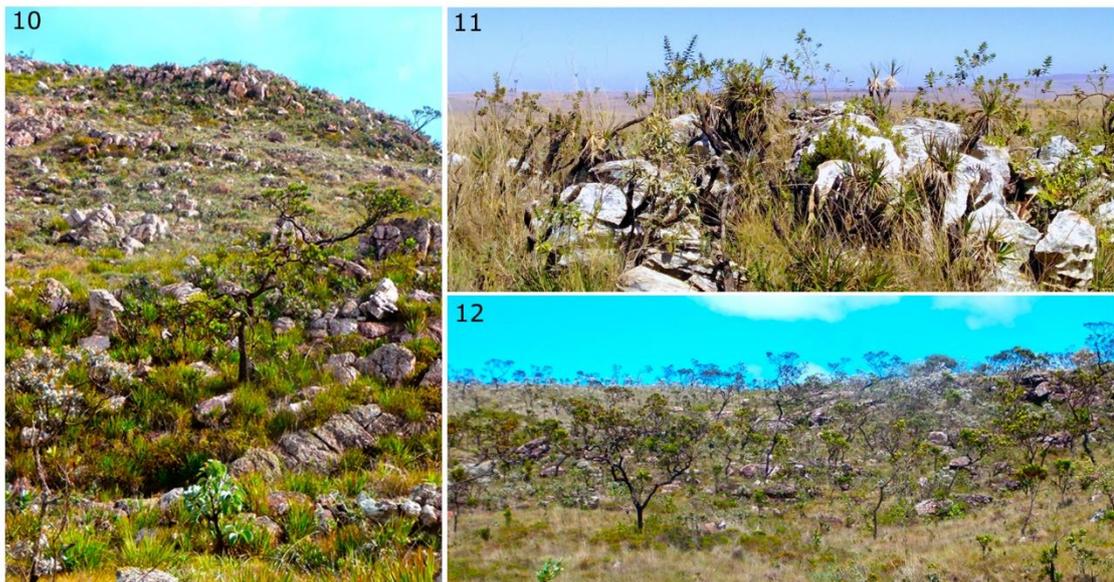
O ponto 3 é o mais distante, a cerca de 10,7 km do ponto 2 e 11,5 km do ponto 1 (em linha reta). Esse ponto está localizado na região da cachoeira Casca D'Anta (do rio São Francisco, parte alta), a cerca de 300 m da estrada. A largura máxima da mata V (Fig. 9) é próxima de 50 m.



**Figuras 7-9.** Vistas de matas de galeria (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). 7. Mata I (ponto 1) vista do exterior. 8. Interior da mata III (ponto 2). 9. Interior da mata V (ponto 3).

Os ambientes de mata estudados (Fig. 7-9) estão ligados a outros fragmentos florestais, em diferentes níveis e formas. As larguras dos fragmentos citadas incluem somente a mancha florestal principal e foram estimadas com o uso do Google Earth Pro 7.3.3.

De maneira geral, os campos rupestres estudados (Fig. 10-12) estão localizados em terrenos inclinados, fortemente acidentados e próximos a pequeno(s) corpo(s) d'água. Entre os meses de junho e agosto o nível de água baixou consideravelmente nesses córregos; em algumas coletas não foi possível encontrar água próximo aos campos amostrados.



**Figuras 10-12.** Vistas de campos rupestres *sensu stricto* (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). **10.** Campo II (ponto 1). **11.** Campo IV (ponto 2). **12.** Campo VI (ponto 3).

Em laboratório, todo o material coletado foi submetido à triagem para a separação dos grupos: Braconidae, Ichneumonidae e outros Hymenoptera. Os Ichneumonidae foram contabilizados e registrados por ponto, armadilha e período. Os Braconidae foram identificados em subfamílias. Os exemplares da subfamília Alysiinae foram separados dos demais para a identificação em nível de gênero e morfoespécies; a proporção sexual dos exemplares de cada gênero também foi registrada.

#### 4.2.2.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos

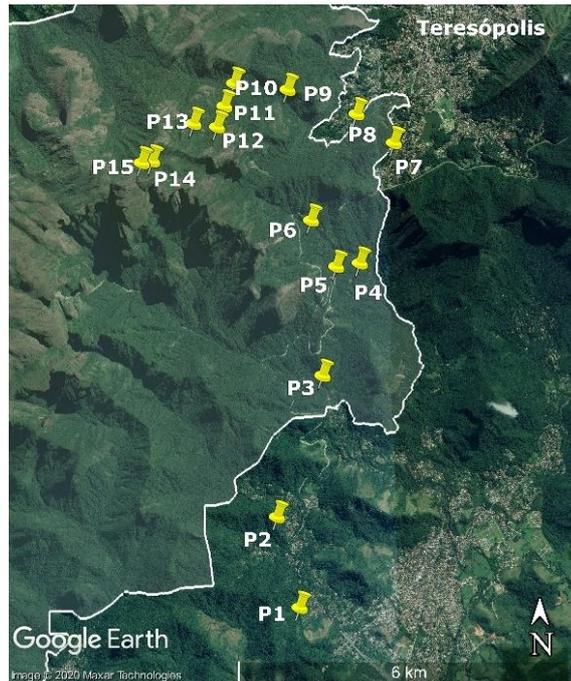
Todo o material referente ao PNSO foi obtido em colaboração com membros do Laboratório de Insetos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em especial o doutorando Carlos Vinícius Silva Gomes e professor Dr. Ricardo Ferreira Monteiro, responsáveis pela coleta e identificação dos Alysiinae em nível de subfamília. No presente estudo, os Alysiinae foram identificados em nível de gênero.

De acordo com as informações fornecidas, foram realizadas 12 coletas mensais de dezembro de 2014 a novembro de 2015 no PNSO, com o uso de 30 armadilhas Malaise (Tab. 3). Quinze pontos gerais foram determinados (1 a 15), de acordo com um gradiente de altitude, sendo cada um deles representado por dois subpontos, isto é, áreas de amostragem (1A e 1B, por exemplo).

**Tabela 3.** Localização das áreas amostradas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. (Dados fornecidos por Carlos Vinícius Silva Gomes).

Ponto	Alt. (m)	Coordenadas	Ponto	Alt. (m)	Coordenadas	Ponto	Alt. (m)	Coordenadas
<b>1</b>	A	149 22°31'53"S 43°00'07"O	<b>6</b>	A	877 22°28'11"S 43°00'06"O	<b>11</b>	A	1.681 22°27'08"S 43°00'53"O
	B	137 22°31'53"S 43°00'05"O		B	868 22°28'11"S 43°00'05"O		B	1.649 22°27'03"S 43°00'54"O
<b>2</b>	A	252 22°31'00"S 43°00'23"O	<b>7</b>	A	957 22°27'29"S 42°59'11"O	<b>12</b>	A	1.812 22°27'18"S 43°00'59"O
	B	248 22°31'02"S 43°00'22"O		B	952 22°27'24"S 42°59'07"O		B	1.799 22°27'17"S 43°00'57"O
<b>3</b>	A	360 22°29'40"S 42°59'54"O	<b>8</b>	A	1.071 22°27'11"S 42°59'34"O	<b>13</b>	A	1.941 22°27'17"S 43°01'12"O
	B	332 22°29'40"S 42°59'52"O		B	1.068 22°27'09"S 42°59'30"O		B	1.935 22°27'14"S 43°01'13"O
<b>4</b>	A	563 22°28'36"S 42°59'31"O	<b>9</b>	A	1.246 22°26'55"S 43°00'16"O	<b>14</b>	A	2.127 22°27'37"S 43°01'39"O
	B	544 22°28'35"S 42°59'29"O		B	1.236 22°26'57"S 43°00'13"O		B	2.125 22°27'37"S 43°01'37"O
<b>5</b>	A	699 22°28'38"S 42°59'44"O	<b>10</b>	A	1.482 22°26'54"S 43°00'49"O	<b>15</b>	A	2.169 22°27'39"S 43°01'46"O
	B	691 22°28'37"S 42°59'45"O		B	1.444 22°26'51"S 43°00'46"O		B	2.140 22°27'37"S 43°01'43"O

Os subpontos (referidos aqui seguidos de letras A e B) do mesmo ponto estão localizados mais próximos entre si e em altitudes similares. Os pontos 1 e 2 estão na região do PNSO, mas não incluídos no perímetro do Parque. A distância entre os diferentes pontos é variável, conforme demonstrado na Figura 13.



**Figura 13.** Pontos amostrados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ.

#### ***4.2.3. Curadoria e identificação***

A triagem e identificação foi feita com auxílio de um estereomicroscópio. A identificação dos espécimes de Braconidae em subfamílias foi baseada em Chen & van Achterberg (2019), e dos Alysiinae em gêneros, em Wharton (2017). A terminologia morfológica segue van Achterberg (1993). Todo o material estudado foi depositado na Coleção do Departamento de Ecologia e Biologia da Universidade Federal de São Carlos (DCBU), São Paulo, Brasil.

As fotografias dos espécimes foram feitas com um estereomicroscópio Leica™ M165C, usando uma câmera Leica™ DFC295 HD e o *software Leica Application Suite™* versão 3.7. O Adobe Photoshop© CS5 versão estendida 12.1. foi usado para pequenas correções nas imagens e montagem das pranchas.

### **4.3. ANÁLISE DOS DADOS**

#### ***4.3.1. Parque Nacional da Serra da Canastra***

A partir dos dados obtidos no PNSC, foi feita uma caracterização geral das variáveis ambientais registradas; a abundância dos Ichneumonoidea foi comparada e avaliada de acordo com a variação temporal (períodos amostrais), espacial (pontos de coleta, áreas e fitofisionomias) e métodos de coleta (tipos de armadilha); foram calculadas a riqueza, diversidade e equitabilidade de subfamílias de Braconidae e gêneros/morfoespécies de Alysiinae. A composição de subfamílias (Braconidae) e morfoespécies (Alysiinae) foi

comparada em relação às seis áreas amostradas e foram testadas associações entre a abundância e riqueza obtida com o uso de armadilhas de Moericke e as variáveis ambientais registradas.

#### 4.3.1.1. Variáveis ambientais

Para detectar a tendência das variáveis abióticas registradas em cada fitofisionomia, diagramas de dispersão foram utilizados. A suavização do diagrama foi feita através de um ajuste de regressão polinomial local, um tipo de regressão não-paramétrica útil para interpretar relações entre variáveis sem fazer suposições de forma ou força da relação (DIAS, 2014). Para testar se as médias das variáveis ambientais registradas diferiram significativamente entre ambientes de mata de galeria e campo rupestre estudados, foi feita uma análise de variância (ANOVA) unilateral (para cada variável foi feita uma análise). Um modelo linear misto foi ajustado e avaliado pelo critério de informação de Akaike – AIC (AKAIKE, 1974) para ser aplicado na ANOVA. A partir dos resultados da ANOVA, o cálculo das diferenças significativas de Tukey (1953) foi utilizado para estimar a diferença nas médias observadas.

#### 4.3.1.2. Perfil da fauna

A abundância relativa das subfamílias de Braconidae e gêneros de Alysiiinae foi calculada com base no número total de exemplares coletados do grupo. Valores de abundância relativa menores que 0,01 não foram considerados nas tabelas.

Para estimar a diversidade de subfamílias de Braconidae e morfoespécies de Alysiiinae, foram aplicados os índices de Shannon (SHANNON; WEAVER, 1949) e Simpson (1949), e o índice de Pielou (1966) foi utilizado para estimar a equitabilidade. As diferenças na composição da fauna de entre as áreas de coleta foram calculadas pelo índice de distância ecológica de Morisita-Horn (HORN, 1966; KREBS, 1999) e visualizadas na forma de dendrogramas gerados pela análise de agrupamento aglomerativo (ROMESBURG, 1984), com o método de médias não ponderadas – UPGMA (KREBS, 1999). A abundância e a riqueza de subfamílias e morfoespécies amostradas por armadilhas de Moericke incluindo registros de variáveis ambientais (coletas 2 a 11) foram relacionadas aos dados de temperatura e umidade relativa média através do coeficiente de correlação de Spearman.

A proporção sexual dos espécimes de Alysiiinae foi comparada apresentada para cada gênero. Para comparar os padrões de acúmulo de morfoespécies por amostras, foram produzidas curvas de acumulação pelo método de rarefação baseada no número de indivíduos e no número de amostras, conforme Gotelli & Colwell (2001). As curvas para amostras de armadilhas de

Moericke, Malaise e luminosa foram geradas separadamente. Para estimar o número total de morfoespécies presente na área estudada, utilizou-se quatro estimadores de riqueza: Bootstrap (EFRON, 1979), Chao1, Chao2 (CHAO, 1984, 1987), Jackknife1 e Jackknife2 (BURNHAM; OVERTON, 1978, 1979).

#### ***4.3.2. Parque Nacional da Serra dos Órgãos***

Os gêneros de Alysiniinae do PNSO foram avaliados de acordo com a variação temporal (períodos de coleta), espacial (pontos de coleta) e altitude da área amostrada.

A abundância, riqueza de gêneros e os mesmos índices de diversidade e equitabilidade citados anteriormente foram estimados para os quinze pontos amostrados. Foram testadas associações entre a abundância/riqueza de gêneros e a altitude através do coeficiente de Spearman.

Uma curva de rarefação foi produzida para os gêneros coletados por local amostrado (subpontos). O número total de gêneros presentes na área estudada do PNSO foi estimado por Chao2, Jackknife1 e Jackknife2. Os dados de abundância para calcular esses índices foram gerados a partir da soma dos dois subpontos de cada ponto (ou seja, abundância do ponto 1 = abundância de 1A + 1B); para os valores de riqueza, o total de gêneros encontrados nos dois subpontos foi considerado.

#### ***4.3.3. Estimativas ecológicas e representações gráficas***

Todas as análises foram realizadas no ambiente computacional R Core Team versão 4.0.2 (TEAM, 2020). Os diagramas de dispersão (e a suavização dos diagramas, quando aplicada) e gráficos em caixa foram produzidos com o uso do pacote ‘ggplot2’ (WICKHAM, 2016). Para o ajuste de modelos lineares de efeitos mistos foi utilizado os pacotes ‘lme4’ e ‘lmerTest’ (BATES *et al.*, 2015; KUZNETSOVA; BROCKHOFF; CHRISTENSEN, 2017). A análise de resíduos dos modelos ajustados foi feita com o pacote DARMHa (HARTIG, 2020). Os índices de diversidade, equitabilidade e distância ecológica foram calculados com o pacote ‘vegan’ (OKSANEN *et al.*, 2019). A curva de rarefação foi produzida através do pacote ‘BiodiversityR’, bem como as estimativas de riqueza de Chao (1 e 2), Jackknife (1 e 2) e Bootstrap (KINDT; COE, 2005).

##### **4.3.3.1. Índices de diversidade e equitabilidade**

O índice Shannon mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso de uma amostra com um determinado número de espécies e

indivíduos (SHANNON; WEAVER, 1949). Quanto maior o grau de incerteza, maior o valor do índice de Shannon ( $H'$ ) e, portanto, maior a diversidade da amostra. Aqui foi calculado à base logarítmica natural.

O índice de diversidade de Simpson (1949) calcula a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso em uma comunidade pertencerem a mesma espécie. O intervalo do resultado ( $D$ ) varia de 0 a 1: quanto mais próximo de 1, menor a diversidade da amostra. Para melhor interpretação do resultado, o resultado é apresentado como  $1-D$ . Assim, quanto mais próximo de 1, maior a diversidade estimada.

O índice de equitabilidade de Pielou (1966) é derivado do índice de Shannon e representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. O resultado apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima, ou seja, todas as espécies com o mesmo número de indivíduos). Os índices são formulados da seguinte maneira:

<b>Índice de Simpson</b>	$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$	onde $\frac{n_i}{N}$ = abundância relativa (proporção) da espécie $i$ na amostra, ou seja, $n_i$ = o número de indivíduos da espécie $i$ e $N$ = número de indivíduos total da amostra.
<b>Índice de Shannon</b>	$1 - D = 1 - \sum \left[ \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right]$	
<b>Índice de Pielou</b>	$J' = \frac{H'}{H_{max}}$	

#### 4.3.3.2. Distância ecológica

O índice de Morisita-Horn (HORN, 1966; KREBS, 1999), utilizado para calcular as matrizes de distâncias, calcula a probabilidade de um indivíduo retirado da amostra  $j$  e outro da amostra  $k$  pertencerem a mesma espécie, dividido pela probabilidade dos dois indivíduos retirados das amostras  $j$  e  $k$  pertencem à mesma espécie, como se segue.

$$CH = \frac{2 \sum X_{ij} \cdot X_{ik}}{\left[ \left( \frac{\sum X_{ij}^2}{N_j^2} \right) + \left( \frac{\sum X_{ik}^2}{N_k^2} \right) \right] \cdot Nk}$$

onde  $CH$  = índice simplificado de Morisita (HORN, 1996);  $X_{ij}$  e  $X_{ik}$  = abundâncias da  $i$ -ésima espécie das amostras  $j$  e  $k$ ;  $N_j$  e  $N_k$  = número total de indivíduos nas amostras  $j$  e  $k$ .

O UPGMA é um método simples que agrupa as distâncias menores e recalcula novas distâncias através de médias aritméticas para o novo agrupamento (KREBS, 1999). A distorção do dendrograma gerado foi avaliada pelo índice de correlação cofenética (ROMESBURG,

1984). O coeficiente cofenético varia de 0 a 1: quanto mais próximo de 1, menor a distorção e mais representativo é o dendrograma em relação à matriz de distância calculada.

#### 4.3.3.3. Correlação

O coeficiente de correlação de Spearman varia entre -1 e 1: quanto mais próximo dos extremos, maior a associação entre as variáveis. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário. O intervalo de confiança utilizado foi de 95%.

$$rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n},$$

onde  $n$  = número de pares ( $x_i$  e  $y_i$ );  $d_i$   
= (postos de  $x_i$  dentre os valores de  $x$ )  
– (postos de  $y_i$ , dentre os valores de  $y$ ).

#### 4.3.3.4. Curva de acumulação de espécie

As curvas de acumulação são representações gráficas que demonstram o número acumulado de táxons registrados (eixo y) em função do esforço amostral (eixo x). O método de rarefação encontra a riqueza de espécies esperada e seu desvio padrão a partir de uma abordagem de aleatorização (ou rarefação, conforme GOTELLI; COLWELL, 2001). A curva final é construída com base na média de “n” repetições calculadas, evitando a variação causada pela aleatoriedade da ordem das unidades amostrais na construção da curva. O esforço amostral baseado em indivíduos registra sequencialmente a identidade da espécie uma após a outra. Já o esforço amostral baseado e em amostras registra o número de espécies por área ou parcela amostrada (GOTELLI; COLWELL, 2001).

#### 4.3.3.5. Estimadores de riqueza

Chao é um estimador simples do número absoluto de espécies em uma comunidade baseado no número de espécies raras dentro de uma amostra e requer a abundância das espécies (Chao1) ou a incidência de espécies (Chao2) (PROVETE; SILVA; SOUZA, 2011).

$$S_{chao} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2},$$

onde  $S_{obs}$  = número de espécies observadas; para **chao1**,  $F_1$   
= número de espécies representadas por apenas um  
indivíduo (“*singleton*”);  $F_2$  = número de espécies com  
apenas dois indivíduos (“*dubletons*”); para **chao2**,  $F_1$  e  $F_2$  =  
número de espécies que ocorrem respectivamente em uma  
ou em duas unidades amostrais (“*uniques*”, “*duplicates*”).

O estimador de Jackknife1 é baseado no número de espécies que ocorre em somente uma amostra. Jackknife2 difere do anterior por se basear no número de espécies que ocorrem

em apenas uma amostra e no número de espécies que ocorrem em exatamente duas amostras (PALMER, 1990). Chao1, Chao2, Jackknife1 e Jackknife2 incorporam peso a espécies raras. Em contraste, o estimador Bootstrap utiliza dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total, não se restringindo às espécies raras (SANTOS, 2003).

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q_1 \left( \frac{m-1}{m} \right),$$

$$S_{jack2} = S_{obs} + \left[ \frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)} \right]$$

$$S_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1 - p_k)^m$$

onde  $Q_1$  = número de espécies encontradas em uma amostra (“*uniques*”);  $Q_2$  = número de espécies encontradas em duas amostras (“*duplicates*”);  $m$  é o número de amostras analisadas.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA

#### 5.1.1. Variáveis ambientais

Os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura do ponto de condensação registrados no PNSC de janeiro a outubro de 2019 são mostrados na Tabela 4. (Consultar Apêndice A para mais informações sobre os registros considerados).

A temperatura média do ar mais alta foi registrada no mês de janeiro (22,8 °C), com média mínima de 20,2 °C e máxima 26,7 °C. Junho foi o mês mais frio, com temperatura média do ar de 13,3 °C (média mínima 11,7 °C e máxima 14,7 °C). O menor registro dessa variável no mês mais frio foi de 6,0 °C e o maior registro no mês mais quente, de 39,5 °C. Considerando cada período de coleta, as temperaturas do ar mais baixas registradas foram sempre iguais ou menores que 15 °C e os valores máximos registrados, maiores que 30 °C.

Em fevereiro foi registrada a maior umidade relativa média do ar (quase 90%). Nesse período, a umidade média mínima foi 83,2% e a máxima, 98,5%. O menor valor de umidade média foi registrado em julho (65%), sendo a média mínima de 58,7% e máxima de 74,8%. O registro mais baixo de umidade no mês mais seco foi de 28% e o registro mais alto no mês mais quente, de 100%.

**Tabela 4.** Média e desvio padrão ( $\pm$ ) das variáveis ambientais registradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, entre janeiro e outubro de 2019.

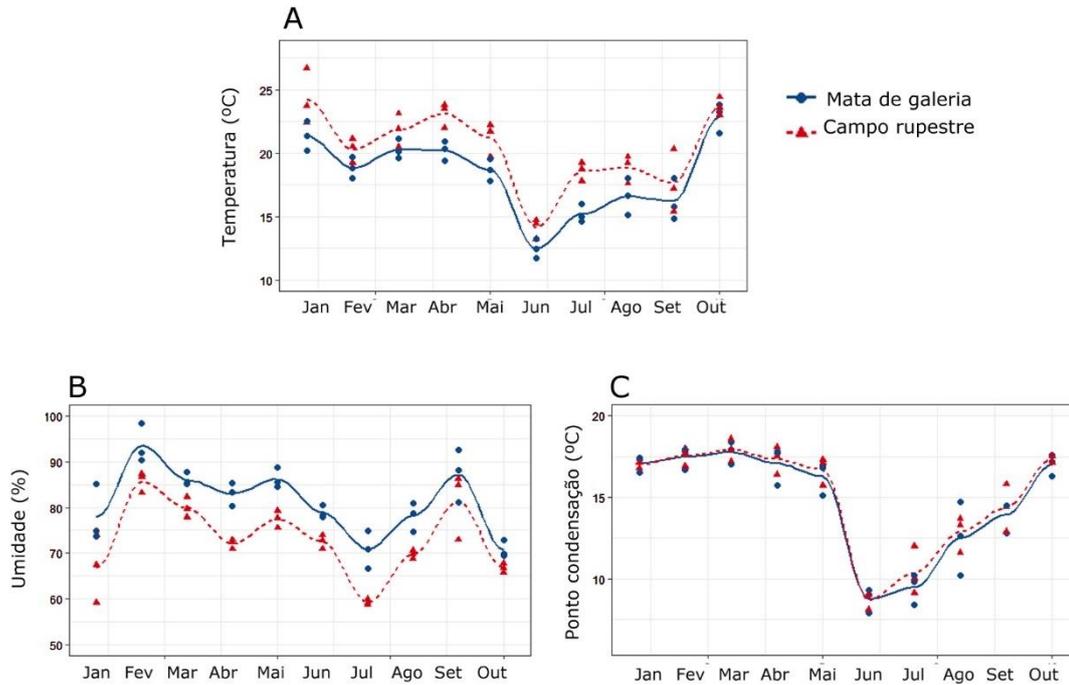
<b>Período</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Umidade Relativa (%)</b>	<b>Temp. ponto de condensação (°C)</b>
Jan	22,8 ± 2,2	72,4 ± 8,6	17,0 ± 0,3
Fev	19,6 ± 1,1	89,7 ± 5,3	17,5 ± 0,6
Mar	21,0 ± 1,3	83,0 ± 3,8	17,8 ± 0,6
Abr	21,6 ± 1,8	77,5 ± 6,3	17,2 ± 0,9
Mai	19,9 ± 1,7	81,8 ± 5,2	16,5 ± 0,9
Jun	13,3 ± 1,4	75,7 ± 3,7	8,7 ± 0,6
Jul	16,9 ± 2,0	65,0 ± 6,9	9,9 ± 1,2
Ago	17,7 ± 1,7	73,9 ± 5,1	12,7 ± 1,6
Set	16,9 ± 2,0	84,3 ± 6,8	14,1 ± 1,1
Out	20,9 ± 1,0	68,7 ± 2,6	17,2 ± 0,5
<b>TOTAL</b>	19,1 ± 3,1	77,0 ± 8,6	14,8 ± 3,3

Os dados de temperatura do ponto de condensação indicaram valores similares estimados entre janeiro e maio (de 16,5 a 17,8 °C). Em junho, houve uma redução brusca nos valores dessa variável e a menor média foi estimada (8,7 °C). Nos períodos subsequentes, a temperatura média do ponto de condensação voltou a crescer.

Em todos os períodos amostrados, a temperatura média do ar registrada foi maior no campo rupestre do que na mata de galeria (Fig. 14A). A amplitude dessa variável (isto é, a diferença entre o valor máximo e mínimo registrado por coleta) foi maior entre os ambientes de campos rupestres. Por exemplo, em março, a temperatura registrada variou de 16,0 a 39,0 °C nos campos e de 14,5 a 26,5 °C nas matas.

A umidade relativa média nas matas de galeria foi maior que nos campos rupestres em todos os períodos amostrados (Fig. 14B). A amplitude dos registros para essa variável foi bastante alta especialmente nos campos rupestres. Em agosto, registros de 25% a 97% foram considerados nos campos rupestres e 36% a 94% nas matas.

A temperatura média do ponto de condensação e sua amplitude foram semelhantes entre as duas fitofisionomias, exceto em julho, que foi um pouco maior no campo rupestre (Fig. 14C).

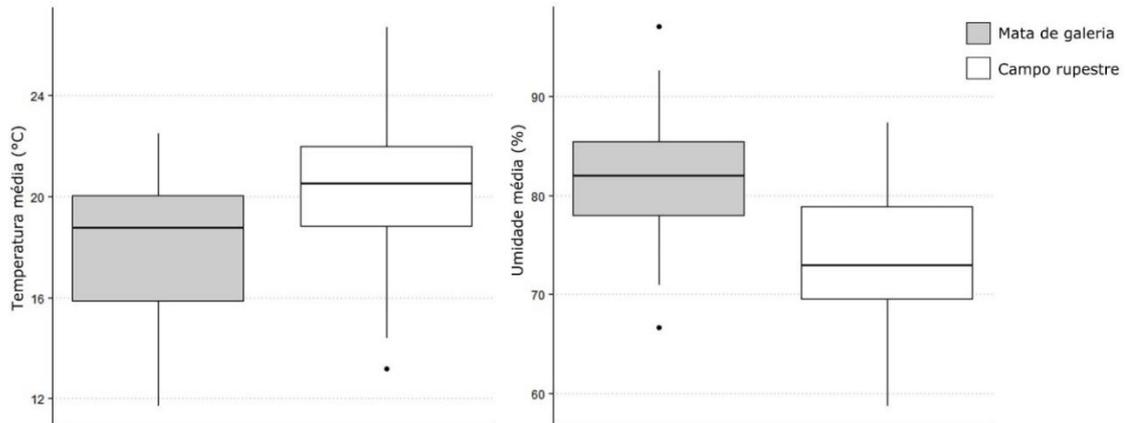


**Figura 14.** Distribuição e tendência das variáveis ambientais registradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG, entre janeiro e outubro de 2019. **A.** Temperatura média do ar (°C). **B.** Umidade relativa média do ar (%). **C.** Temperatura média do ponto de condensação (°C). Grau de suavização dos diagramas = 0,15.

No total (incluindo todos os períodos), a temperatura média do ar estimada somente as áreas de campo rupestres (II, IV e VI) foi de 20,2 °C ( $\pm 3,1$ ), umidade relativa média de 73,6% ( $\pm 3,1$ ) e temperatura do ponto de condensação de 14,9 °C ( $\pm 3,2$ ). Já para as matas de galeria (I, III e V), a temperatura média foi de 18,0 °C ( $\pm 2,8$ ), umidade relativa média 82,0% ( $\pm 2,8$ ) e temperatura do ponto de condensação 14,9 °C ( $\pm 3,2$ ).

Somente as médias de temperatura do ar e umidade relativa foram consideradas para ANOVA, depois de verificada a distribuição normal dos dados e homogeneidade de variâncias. O modelo mais adequado (avaliado pelo AIC) para relacionar a temperatura média com a fitofisionomia incluiu como efeito aleatório o período amostral (temporal) e o ponto de coleta (espacial). Já o modelo mais adequado para relacionar a umidade relativa média com a fitofisionomia incluiu o efeito do período de coleta (temporal) e das áreas de amostragem (espacial).

A partir da ANOVA, obteve-se que as médias da temperatura do ar e a umidade relativa diferem significativamente entre ambientes de campo rupestre e mata de galeria (Fig. 15) no intervalo de confiança testado. Os resultados da ANOVA para temperatura foram:  $p < 0,01$ ,  $F = 8,2$ ; e para umidade:  $p < 0,001$ ,  $F = 19,2$ .



**Figura 15.** Temperatura e umidade relativa do ar médias registradas em áreas de mata de galeria e campo rupestre no Parque Nacional da Serra da Canastra (São Roque de Minas, MG). Registros realizados de janeiro a outubro de 2019.

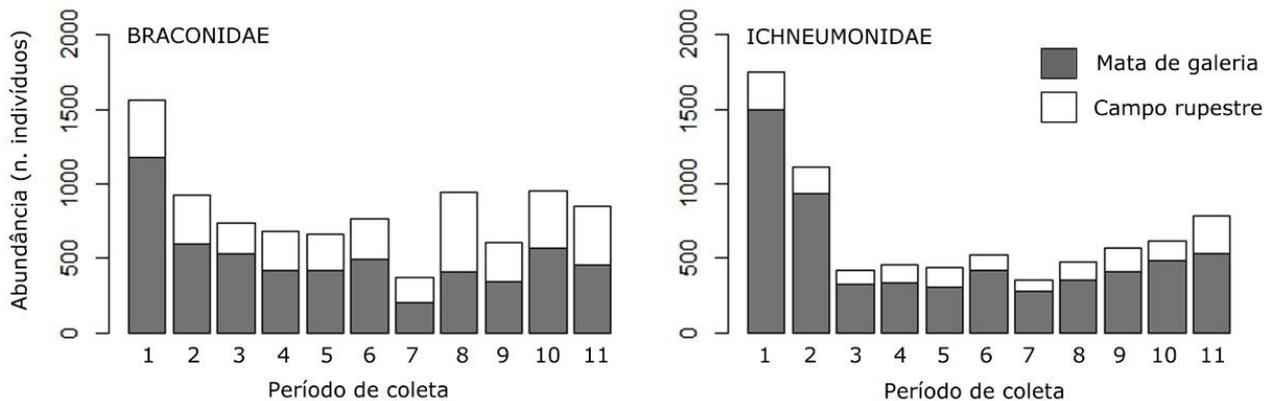
A partir do cálculo das diferenças significativas de Tukey, estimou-se que a temperatura do ar foi em média 2,2 °C maior nos campos rupestres do que nas matas de galeria, com limite inferior de 0,7 °C e superior de 3,7 °C para essa diferença. Já a umidade relativa do ar foi, em média, 8,5% maior nas matas de galeria do que nos campos rupestres, com limites inferior de 4,6% e superior de 12,4%.

### 5.1.2. Perfil da fauna

#### 5.1.2.1. Ichneumonoidea

As amostras do PNSC levaram à coleta de 16.524 exemplares da superfamília Ichneumonoidea. Desses, cerca de 55% (9.064 exemplares) pertencem à família Braconidae e 45% (7.460 exemplares) à Ichneumonidae. Os Ichneumonoidea foram mais abundantes na coleta 1 (Fig. 16), com 3.319 exemplares coletados (17% dos Braconidae e 23% dos Ichneumonidae). A menor abundância foi registrada na coleta 7, com 698 indivíduos da superfamília amostrados (menos de 5%), 377 deles pertencentes à Braconidae e 321 à Ichneumonidae.

Os Braconidae foram mais abundantes que os Ichneumonidae, exceto nas coletas 1 e 2. A maior diferença no número de exemplares entre as duas famílias foi verificada na coleta 8 (948 exemplares de Braconidae e 471 de Ichneumonidae). A abundância média dos Braconidae por período de coleta foi de 823 ( $\pm$  300) e dos Ichneumonidae, 678 ( $\pm$  416). O número de Braconidae foi mais uniforme em relação aos períodos, em comparação com os Ichneumonidae, que tiveram cerca de 40% dos exemplares coletados nas duas primeiras coletas.



**Figura 16.** Distribuição temporal da abundância de Braconidae e Ichneumonidae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). Dados coletados entre novembro de 2018 e dezembro de 2019. (Consultar períodos de coleta na Tabela 1).

Considerando somente as coletas em matas de galeria, o número de Braconidae variou entre 205 e 1.174 indivíduos por período e de Ichneumonidae, entre 321 e 1.746, com máximos na coleta 1 (novembro/dezembro a janeiro) e mínimos na coleta 7 (junho a julho) para os dois grupos. Considerando as áreas de campo rupestre, Braconidae teve entre 172 (coleta 7, junho a julho) e 536 (coleta 8, julho a agosto) exemplares coletados e Ichneumonidae, entre 74 (coleta 7, junho a julho) e cerca de 250 nas coletas 1 e 11 (novembro/dezembro a janeiro e outubro a novembro/dezembro respectivamente).

Cerca da metade de todos os Ichneumonoidea foi coletada no ponto 1 (Tab. 5). Entre as áreas amostradas, na mata de galeria I foi coletado o maior número de exemplares (37% do total) e no campo VI, o menor número (menos de 1%).

No total, aproximadamente 70% dos Ichneumonoidea foram capturados em matas de galeria e 30% em campos rupestres. Nos campos rupestres, os Braconidae representaram cerca de 2/3 do material coletado; em matas de galeria, a abundância das duas famílias foi semelhante.

Para os Braconidae, o ponto 2 foi o segundo de maior abundância e para Ichneumonidae, o ponto 3. Em relação às áreas de coleta, Braconidae teve a abundância mais uniformemente distribuída que Ichneumonidae, a última com grande parte da abundância representada pelas matas I e V. No total, 62% dos Braconidae foram coletados em mata de galeria e 38% em campo rupestre, contra 78% dos Ichneumonidae amostrados em mata e 22% em campo.

Quase metade dos Ichneumonoidea foi obtida com o uso de armadilhas Malaise (48% dos Braconidae 49% dos Ichneumonidae), 1/3 com armadilhas de Moericke (32% dos Braconidae e 34% dos Ichneumonidae) e 1/5 com armadilhas luminosa (21% dos Braconidae e 18% dos Ichneumonidae).

**Tabela 5.** Resumo do número de Ichneumonoidea coletados no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. Áreas I, III e V se referem a matas de galeria e II, IV e VI, a campos rupestres. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

	ICHNEUMONOIDEA		BRACONIDAE		ICHNEUMONIDAE	
	A.T.	A.R.	A.T.	A.R.	A.T.	A.R.
<i>Área I</i>	6.278	0,38	3.200	0,35	3.078	0,41
<i>Área II</i>	2.102	0,13	1.489	0,16	613	0,08
<b>Ponto 1</b>	8.380	0,51	4.689	0,52	3.691	0,49
<i>Área III</i>	2.048	0,12	1.298	0,14	750	0,1
<i>Área IV</i>	1.890	0,11	1.292	0,14	598	0,08
<b>Ponto 2</b>	3.938	0,24	2.590	0,29	1.348	0,18
<i>Área V</i>	3.116	0,19	1.117	0,12	1.999	0,27
<i>Área VI</i>	1.090	0,07	668	0,07	422	0,06
<b>Ponto 3</b>	4.206	0,25	1.785	0,20	2.421	0,32
<b>Fitofisionomia</b>						
<i>Mata de galeria</i>	11.442	0,69	5.614	0,62	5.827	0,78
<i>Campo rupestre</i>	5.082	0,31	3.436	0,38	1.633	0,22
<b>Armadilha</b>						
<i>Moericke</i>	5.361	0,32	2.857	0,32	2.504	0,34
<i>Malaise</i>	7.943	0,48	4.319	0,48	3.624	0,49
<i>Luminosa</i>	3.220	0,19	1.888	0,21	1.332	0,18
<b>TOTAL</b>	<b>16.524</b>	<b>-</b>	<b>9.064</b>	<b>0,55</b>	<b>7.460</b>	<b>0,45</b>

Os Braconidae foram mais abundantes que os Ichneumonidae pelos três métodos de coleta. Considerando somente as armadilhas de Moericke (Tab. 6), os maiores números de exemplares foram obtidos nos ambientes de mata (Braconidae matas I e III, pontos 1 e 2; e Ichneumonidae matas I e V, pontos 1 e 3).

**Tabela 6.** Abundância de Braconidae e Ichneumonidae de acordo com a área de amostragem e método de coleta no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (Áreas I, III e V se referem a matas de galeria, II, IV e VI a campos rupestres. Moe. Armadilhas de Moericke. Mal. Armadilha Malaise. Lum. Armadilha luminosa. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

Área	BRACONIDAE			ICHNEUMONIDAE		
	Moe.	Mal.	Lum.	Moe.	Mal.	Lum.
<i>I</i>	1.376	639	1.185	1.126	791	1.161
<i>II</i>	32	771	686	37	429	147
<i>III</i>	878	416	4	380	354	16
<i>IV</i>	37	1.248	7	53	543	2
<i>V</i>	516	599	2	854	1.144	1
<i>VI</i>	18	646	4	54	363	5
<b>Total</b>	<b>2.857</b>	<b>4.319</b>	<b>1.888</b>	<b>2.504</b>	<b>3.624</b>	<b>1.332</b>

Considerando o material coletado com Malaise, os campos VI e II (pontos 2 e 1, respectivamente) foram as áreas de maior abundância de Braconidae e a mata V (ponto 3), de Ichneumonidae.

A maioria dos exemplares coletados por armadilha luminosa (99%) foram capturados com o uso de energia elétrica e lâmpadas fluorescentes (luminosa I e II). Apenas 17 exemplares de Braconidae e 24 de Ichneumonidae foram obtidos usando armadilhas com bateria automotiva e lâmpadas de LED (luminosa III a VI). 62% dos Braconidae e 87% dos Ichneumonidae coletados por armadilha luminosa foram capturados na mata I.

Com relativa frequência, bandejas de Moericke sem nenhum conteúdo líquido no interior e/ou com material biológico deteriorado foram recolhidas, especialmente em campos rupestres, e outros animais foram vistos interagindo (ou deixaram rastros de interação) com as armadilhas, levando à perda de material. Por exemplo, cerca de 1/4 das bandejas de Moericke instaladas na mata I (coleta 3) foram mexidas por quatis e uma parte considerável do material foi perdida.

Armadilhas Malaise também foram encontradas danificadas, com rasgos de pequena a grande proporção e até derrubadas (provavelmente) por vertebrados atraídos pelas armadilhas, além da frequente ocorrência de chuvas e ventos fortes e alta incidência solar (principalmente nos campos), os quais contribuem para a danificação das armadilhas.

#### 5.1.2.2. Identificação dos Braconidae

Os 9.064 exemplares de Braconidae coletados no PNSC foram separados em 24 subfamílias: Acampsohelconinae, Agathidinae, Alysiinae, Aphidiinae, Brachistinae, Braconinae, Cenocoelinae, Cheloninae, Doryctinae, Euphorinae, Gnamptodontinae, Homolobinae, Ichneutinae, Leuriniinae, Macrocentrinae, Meteorinae, Microgastrinae, Miracinae, Opiinae, Orgilinae, Pambolinae, Rhysipolinae, Rhyssalinae e Rogadinae.

A riqueza de subfamílias variou entre 17 (coletas 2, 5 e 8) e 22 (coleta 1), e a riqueza média por período foi de 18,7 ( $\pm 1,2$ ) (Tab.7). Exemplares das subfamílias Alysiinae, Brachistinae, Braconinae, Cheloninae, Doryctinae, Euphorinae, Ichneutinae, Macrocentrinae, Meteorinae, Microgastrinae, Pambolinae e Rogadinae foram registrados em todos os períodos de coleta. Acampsohelconinae teve exemplares coletados somente no período chuvoso, e Rhysipolinae e Rhyssalinae, somente no período seco.

**Tabela 7.** Distribuição temporal da abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. Colunas em cinza: período chuvoso; sem sombreadimento: período seco; cinza claro: períodos transitórios. A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019. (<sup>1</sup> inclui amostras coletadas nos últimos dias de novembro de 2018; <sup>2</sup> inclui amostras de Malaise retiradas no primeiro dia de dezembro de 2019).

Subfamília	PERÍODO DE COLETA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	dez/ jan <sup>1</sup>	jan/ fev	fev/ mar	mar/ abr	abr/ mai	mai/ jun	jun/ jul	jul/ ago	ago/ set	set/ out	out/ nov <sup>2</sup>
Acampsohelconinae	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Agathidinae	6	7	4	8	5	5	2	-	9	3	4
Alysiinae	87	49	18	6	13	17	6	7	6	5	9
Aphidiinae	2	-	2	-	4	19	77	495	12	5	-
Brachistinae	19	7	2	9	7	5	1	4	13	9	9
Braconinae	37	28	48	29	31	33	15	29	31	52	36
Cenocoelinae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Cheloninae	334	69	47	97	117	137	9	4	35	139	114
Doryctinae	399	270	222	164	167	212	125	148	133	273	212
Euphorinae	117	117	46	70	34	47	24	24	9	14	50
Gnamptodontinae	1	-	-	3	1	3	1	2	1	6	2
Homolobinae	5	2	4	1	-	5	2	-	-	-	7
Ichneutinae	6	5	2	8	6	7	3	1	1	1	2
Lauriniinae	1	-	-	1	-	-	-	-	1	3	5
Macrocentrinae	13	1	5	12	14	25	1	2	24	29	48
Meteorinae	98	45	14	15	9	22	2	8	48	24	11
Microgastrinae	318	205	250	148	157	132	78	160	208	231	217
Miracinae	27	17	8	7	8	14	-	5	10	13	19
Opiinae	13	11	7	13	-	3	2	4	3	6	8
Orgilinae	2	3	-	1	7	1	1	3	6	5	1
Pambolinae	20	33	9	21	24	15	2	7	3	10	4
Rhysipolinae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Rhyssalinae	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Rogadinae	65	42	45	61	56	64	26	45	56	140	81
<b>A.T.</b>	1.573	911	735	674	660	767	377	948	611	969	839
<b>A.R.</b>	0,17	0,10	0,08	0,07	0,07	0,08	0,04	0,10	0,07	0,11	0,09
<b>Riqueza</b>	22	17	18	19	17	20	18	17	21	20	19

A subfamília mais abundante foi Doryctinae, incluindo 26% dos Braconidae (Tab. 8), seguida de Microgastrinae (23%) e Cheloninae (12%). As outras 18 subfamílias representaram, portanto, 39% dos Braconidae coletados. Dessas, Rogadinae, Aphidiinae e Euphorinae incluem, respectivamente, 8, 7 e 6% do total. As subfamílias menos abundantes foram Rhysipolinae (com um único exemplar), Cenocoelinae e Rhyssalinae (com dois exemplares cada).

Considerando somente as coletas com armadilhas de Moericke, os grupos com mais indivíduos coletados foram Doryctinae e Cheloninae (62 e 16% dos exemplares, respectivamente). Com o uso de Malaise, Microgastrinae foi a subfamília mais abundante (33%

dos exemplares), seguida de Aphidiinae (14%). Microgastrinae também foi a mais coletada com armadilha luminosa (29%), depois Rogadinae (18%).

Quatorze subfamílias foram amostradas com os três tipos de armadilhas utilizados. Os Acampsohelconinae, Cenocoelinae e Leuriniinae foram coletados exclusivamente por Malaise, e o único exemplar de Rhysipolinae foi obtido com armadilhas de Moericke. Os Homolobinae e Pambolinae foram capturados por armadilhas Malaise e de Moericke; Ichneutinae, Macrocentrinae, Orgilinae e Rhyssalinae tiveram exemplares coletados por Malaise e luminosa.

**Tabela 8.** Subfamílias de Braconidae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. Moe. Armadilhas de Moericke. Mal. Armadilha Malaise. Lum. Armadilha luminosa. M.G. Mata de galeria. C.R. Campo rupestre. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

Subfamília	PNSC		Métodos de coleta			Pontos			Fitofisionomia	
	A.T.	A.R.	Moe.	Mal.	Lum.	1	2	3	M.G.	C.R.
Acampsohelconinae	4	-	-	4	-	2	2	-	3	1
Agathidinae	53	0,01	3	45	5	23	25	5	13	40
Alysiinae	223	0,02	149	56	18	97	32	94	206	17
Aphidiinae	616	0,07	1	613	2	102	455	59	148	468
Brachistinae	85	0,01	7	36	42	52	7	26	48	37
Braconinae	369	0,04	5	283	81	173	85	111	113	256
Cenocoelinae	2	-	-	2	-	1	-	1	2	-
Cheloninae	1.095	0,12	468	461	166	846	126	123	855	240
Doryctinae	2.332	0,26	1.768	366	198	1.043	870	419	2.066	266
Euphorinae	552	0,06	115	245	192	326	111	115	394	158
Gnamptodontinae	20	-	1	18	1	6	9	5	6	14
Homolobinae	26	-	1	25	-	18	1	7	2	24
Ichneutinae	42	-	-	38	4	5	7	30	11	31
Leuriniinae	11	-	-	11	-	3	1	7	1	10
Macrocentrinae	174	0,02	-	93	81	88	16	70	7	167
Meteorinae	296	0,03	25	73	198	263	14	19	221	75
Microgastrinae	2.104	0,23	126	1.433	545	947	644	513	1.129	975
Miracinae	128	0,01	2	125	1	81	27	20	-	128
Opiinae	70	0,01	27	25	18	34	14	22	51	19
Orgilinae	30	-	-	27	3	10	11	9	19	11
Pambolinae	148	0,02	136	12	-	94	37	17	142	6
Rhysipolinae	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-
Rhyssalinae	2	-	-	1	1	1	1	-	2	-
Rogadinae	681	0,08	22	327	332	474	94	113	175	506
<b>TOTAL</b>	<b>9.064</b>	-	2.857	4.319	1.888	4.689	2.590	1.785	5.615	3.449

Membros de Agathidinae, Aphidiinae, Braconinae, Gnamptodontinae, Homolobinae, Ichneutinae, Microgastrinae, Miracinae, Orgilinae, foram majoritariamente capturados por

Malaise; Alysiinae, Doryctinae e Pambolinae, por armadilhas de Moericke. A maior parte dos Meteorinae foi capturada com o uso de luminosa.

Os exemplares de Braconidae coletados usando armadilhas luminosas com bateria automotiva e lâmpadas de LED (luminosas III a VI) pertencem às subfamílias Brachistinae, Doryctinae, Euphorinae, Macrocentrinae, Microgastrinae e Rogadinae.

A armadilha Malaise coletou a maior diversidade de subfamílias considerado o índice de Shannon, seguido da luminosa (Tab. 9). Através do índice de Simpson, estimativas de diversidade semelhantes foram obtidas com o uso de Malaise e luminosa. A menor equitabilidade foi relacionada às armadilhas de Moericke.

**Tabela 9.** Riqueza, diversidade e equitabilidade de subfamílias no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (I, III e V se referem a matas de galeria; II, IV e VI a campos rupestres. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

	<b>Riqueza de subfamílias</b>	<b>Índice de Shannon (H')</b>	<b>Índice de Simpson (1-D)</b>	<b>Índice de Pielou (J)</b>
<i>Área I</i>	20	1,98	0,82	0,64
<i>Área II</i>	19	2,27	0,88	0,79
<b>Ponto 1</b>	23	2,23	0,86	0,71
<i>Área III</i>	19	1,48	0,60	0,49
<i>Área IV</i>	20	1,90	0,78	0,64
<b>Ponto 2</b>	23	1,92	0,79	0,61
<i>Área V</i>	20	1,91	0,78	0,64
<i>Área VI</i>	20	2,34	0,88	0,79
<b>Ponto 3</b>	21	2,23	0,84	0,74
<b>Fitofisionomia</b>				
<i>Mata de galeria</i>	23	1,95	0,79	0,62
<i>Campo rupestre</i>	21	2,28	0,86	0,75
<b>Armadilha</b>				
<i>Moericke</i>	17	1,33	0,58	0,47
<i>Malaise</i>	23	2,22	0,84	0,71
<i>Luminosa</i>	18	2,09	0,85	0,72
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>2,23</b>	<b>0,85</b>	<b>0,70</b>

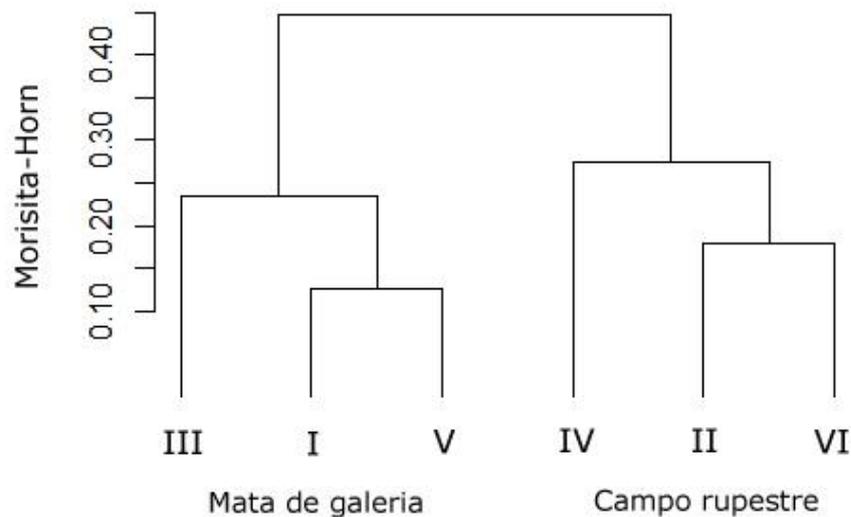
Das 24 subfamílias encontradas, apenas Acampsohelconinae, Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhyssalinae não tiveram exemplares coletados nos três pontos de coleta. Quinze subfamílias tiveram ao menos um exemplar coletado nas seis áreas de coleta.

As maiores estimativas de diversidade foram obtidas nas áreas de campo rupestre II e VI, e pontos 1 e 3. A área de mata III (e ponto 2) teve a menor diversidade e equitabilidade estimada.

Exemplares de 23 subfamílias foram coletados em matas de galerias e de 21, em campos rupestres. As estimativas de diversidade foram maiores para os campos rupestres, bem como de equitabilidade. Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhyssalinae foram amostrados exclusivamente em áreas de mata, e Miracinae somente em campos rupestres.

As subfamílias que não foram exclusivas, mas tiveram mais de 60% dos exemplares coletados em matas de galeria foram: Acampsohelconinae, Alysiinae, Cheloninae, Doryctinae, Euphorinae, Meteorinae, Opiinae, Orgilinae e Pambolinae. Já as subfamílias que tiveram a maior parte dos exemplares coletados em campos rupestres foram: Homolobinae, Leuriniinae e Macrocentrinae (com mais de 90% dos exemplares); Agathidinae, Aphidiinae, Braconinae, Gnamptodontinae, Ichneutinae e Rogadinae (mais de 60%).

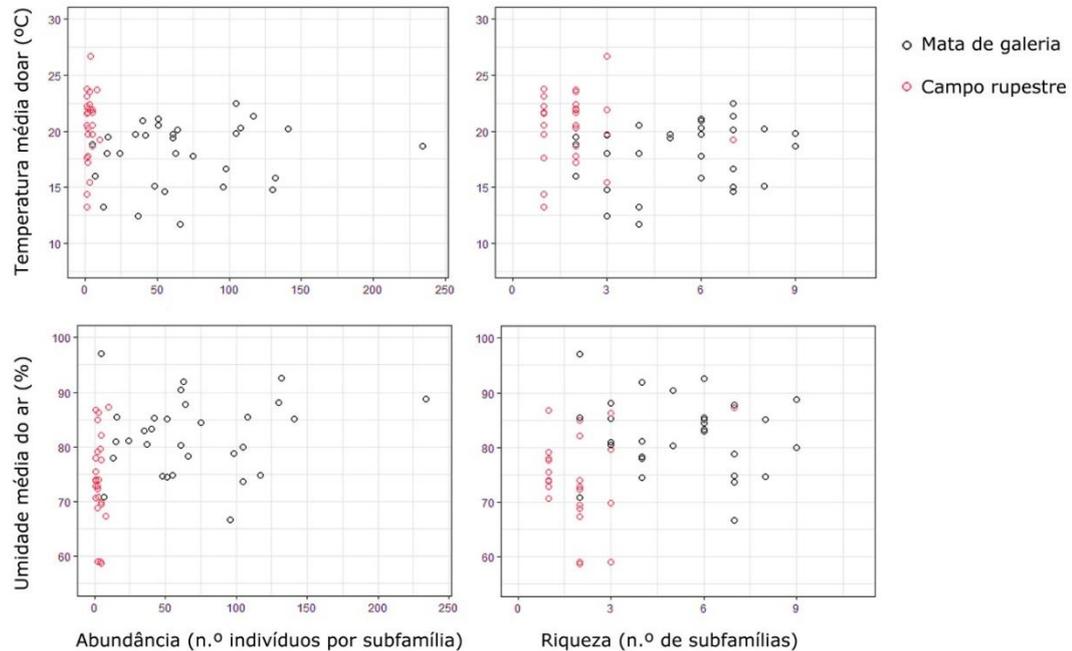
O dendrograma resultante do método UPGMA baseado nas distâncias de Morisita-Horn (Fig. 17) levou à formação de dois grupos principais, um agrupando as unidades amostrais I, III e V (matas de galeria) e o outro, unindo as áreas II, IV e VI (campos rupestres). A distância média estimada entre os seis locais foi de 0,36. O coeficiente cofenético calculado entre a matriz cofenética e a matriz de distâncias gerada foi de 0,73.



**Figura 17.** Dendrograma de distâncias (método UPGMA, índice de Morisita-Horn) para subfamílias de Braconidae entre as áreas amostradas (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). Áreas I, III e V se referem a matas de galeria; II, IV e VI se referem a campos rupestres. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019.

Para a correlação de Spearman, foram considerados dados de 2.175 indivíduos e 15 subfamílias obtidos das 60 amostras de Moericke incluindo registros de variáveis ambientais (10 coletas em 6 locais). Em 4 das 60 amostragens consideradas, nenhum exemplar de

Braconidae foi obtido. Os registros de abundância de Braconidae variaram de 1 a 234 e a riqueza de subfamílias, de 1 a 9 (Fig. 18).



**Figura 18.** Abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae de acordo com a variação média da temperatura e umidade relativa do ar (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). Pontos pretos se referem a dados de matas de galeria e vermelhos a campos rupestres. Dados obtidos entre janeiro e outubro de 2019.

A partir dos resultados da correlação de Spearman, não foram consideradas significativas as associações entre temperatura média e abundância ( $\rho = -0,26$ ,  $p = 0,05$ ) e temperatura e riqueza ( $\rho = -0,23$ ,  $p = 0,08$ ). Em relação à umidade relativa média, os coeficientes estimados foram significativos para abundância ( $\rho = 0,45$ ,  $p < 0,001$ ) e riqueza ( $\rho = 0,36$ ,  $p = 0,006$ ).

### 5.1.2.3. Identificação dos Alysiinae

Com 223 exemplares, incluindo 63 morfoespécies, os Alysiinae compreenderam 2,5% dos Braconidae e 1,4% dos Ichneumonoidea coletados no PNSC. Foram registrados sete gêneros para a subfamília: *Aphaereta* Foerster, *Asobara* Foerster, *Aspilota* Foerster, *Coelinus* Nees, *Dinotrema* Foerster, *Idiasta* Foerster e *Phaenocarpa* Foerster. Esse resultado representa 17% dos gêneros registrados no Novo Mundo e 31% dos gêneros conhecidos na região neotropical. Dois grupos (Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2) não puderam ser incluídos em nenhum gênero conhecido e, portanto, foram tratados aqui como dois gêneros distintos.

Quanto aos períodos de coleta, a riqueza de gêneros variou de 2 (coleta 8, julho-agosto) a 8 (coleta 2, janeiro-fevereiro) e a riqueza de morfoespécies, de 4 (coletas 4, 7, 8, 10 e 11) a 31 (coleta 2), conforme mostrado na Tabela 10.

**Tabela 10.** Distribuição temporal de Alysiinae no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. (A.T. Abundância total. A.R. abundância relativa. R.G. Riqueza de gêneros. R.M. Riqueza de morfoespécies. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019. <sup>1</sup>Inclui amostras de Moericke e luminosa coletadas nos últimos dias de novembro de 2018; <sup>2</sup>inclui amostras de Malaise retiradas no primeiro dia de dezembro de 2019).

Gênero	PERÍODO DE COLETA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	dez/ jan <sup>1</sup>	jan/ fev	fev/ mar	mar/ abr	abr/ mai	mai/ jun	jun/ jul	jul/ ago	ago/ set	set/ out	out/ nov <sup>2</sup>
<i>Aphaereta</i>	3	7	3	1	5	3	4	3	3	-	1
<i>Asobara</i>	8	3	1	-	-	7	1	-	-	1	2
<i>Aspilota</i>	41	12	2	-	2	1	-	-	2	1	1
<i>Coelinus</i>	-	1	1	2	-	-	1	-	-	-	4
<i>Dinotrema</i>	22	17	9	2	3	3	-	4	1	2	1
Gênero nov. 1	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Gênero nov. 2	11	3	-	1	2	3	-	-	-	1	-
<i>Idiasta</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phaenocarpa</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>A.T.</b>	87	50	17	6	13	17	6	7	6	5	9
<b>A.R.</b>	0,39	0,22	0,08	0,03	0,06	0,08	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04
<b>R.G.</b>	7	8	6	4	5	5	3	2	3	4	4
<b>R.M.</b>	21	31	10	4	11	7	4	4	6	4	4

Em 10 das 11 coletas, ao menos um exemplar de *Aphaereta* e *Dinotrema* foi coletado. O período com o maior número de Alysiinae foi entre novembro/dezembro de 2018 e janeiro de 2019 (coleta 1). *Idiasta* foi o único gênero que ocorreu em somente um único período de coleta e *Phaenocarpa* em dois.

Os Alysiinae tiveram o maior número de exemplares capturados a partir de armadilhas de Moericke (67%); 25% dos exemplares foram obtidos com o uso de armadilhas Malaise e 8% com luminosas. Exemplares de *Asobara*, *Aspilota*, *Dinotrema*, Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2 foram capturados com o uso dos três tipos de armadilhas; de *Coelinus* foram coletados exclusivamente com Malaise e de *Idiasta* com Moericke. Exemplares de *Aphaereta* não foram coletados com armadilha luminosa.

Exemplares de *Aphaereta* foram coletados em cinco dos seis locais amostrados (Tab. 11); de *Dinotrema* e *Aspilota*, em quatro; de *Idiasta* e do Gênero nov. 1 foram coletados somente na mata I. *Dinotrema* foi o gênero mais abundante e rico em morfoespécies (65 indivíduos e 28 morfoespécies), depois *Aspilota* (62 indivíduos e 17 morfoespécies). Os

gêneros *Idiasta* e *Phaenocarpa* tiveram os menores números de exemplares coletados (2 exemplares cada). *Coelinius*, *Idiasta*, *Phaenocarpa*, Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2 foram representados por uma morfoespécie cada.

A proporção de fêmeas e machos foi variável entre os diferentes gêneros. *Phaenocarpa* e Gênero nov. 1 tiveram apenas fêmeas coletadas, enquanto *Idiasta* teve proporção de 1:1 e *Coelinius* de 2:1.

**Tabela 11.** Gêneros de Alysiniinae do Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. O número de indivíduos coletados é mostrado de acordo com a área e o método de coleta. (I, III e V são áreas de mata de galeria e II, IV e VI de campo rupestre. Moe.: armadilhas de Moericke. Mal.: armadilha Malaise. Lum.: armadilha luminosa. A.T. Abundância total. A.R. abundância relativa. R.M. Riqueza de morfoespécies. P.S. Proporção sexual. ♀: somente fêmeas. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

Gênero	PNSC				Métodos de coleta			Áreas					
	A.T.	A.R.	R.M.	P.S.	Moe.	Mal.	Lum.	I	II	III	IV	V	VI
<i>Aphaereta</i>	33	0,15	11	10:1	23	10	-	13	-	6	4	7	3
<i>Asobara</i>	23	0,1	2	7:1	19	3	1	22	-	-	-	1	-
<i>Aspilota</i>	62	0,28	17	14:1	48	10	4	13	1	5	-	43	-
<i>Coelinius</i>	8	0,04	1	2:1	-	8	-	-	1	-	6	-	1
<i>Dinotrema</i>	65	0,29	28	4:1	37	18	10	26	1	11	-	27	-
Gênero nov. 1	7	0,03	1	♀	5	1	1	7	-	-	-	-	-
Gênero nov. 2	21	0,09	1	20:1	14	6	1	10	-	-	-	11	-
<i>Idiasta</i>	2	0,01	1	1:1	2	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Phaenocarpa</i>	2	0,01	1	♀	1	-	1	1	-	-	-	1	-
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	-	<b>63</b>	-	149	56	18	94	3	22	10	90	4

*Aphaereta* ocorreu em cinco das seis áreas amostradas, *Aspilota* e *Dinotrema* em quatro. *Asobara*, *Phaenocarpa* e Gênero nov. 2 ocorreram somente nas matas de galeria I e V. Exemplares de *Idiasta* e Gênero nov. 1 foram amostrados exclusivamente na mata I e de *Coelinius* exclusivamente em áreas de campo rupestre. Outros gêneros que ocorreram em campos rupestres foram: *Aphaereta* (4 e 3 exemplares nos campos IV e VI respectivamente), *Aspilota* (1 exemplar, campo II) e *Dinotrema* (1 exemplar, campo II).

Os pontos 1 e 3 foram os mais abundantes e ricos em morfoespécies, com as maiores estimativas de diversidade pelo índice de Shannon (Tab. 12). A diversidade estimada com o índice de Simpson e a equitabilidade de Pielou foram semelhantes para os três pontos.

Os Alysiniinae foram mais abundantes nas áreas de mata I, V e III respectivamente, com 92% do total amostrado. O campo IV (ponto 2) foi a área de campo rupestre com o maior número de exemplares coletados (10) da subfamília. Para o campo II foi estimada equitabilidade máxima e para o campo IV, a menor equitabilidade entre todas as áreas (0,77).

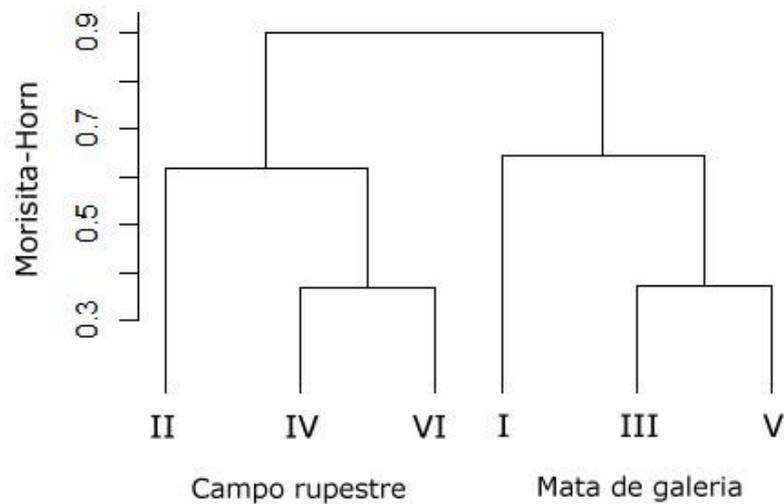
As maiores estimativas de diversidade foram para as matas I e V, com resultados semelhantes de diversidade e equitabilidade entre as duas áreas. Consequentemente, quando comparadas as duas fitofisionomias, as estimativas de diversidade são consideravelmente mais altas para a mata de galeria, bem como a uniformidade.

**Tabela 12.** Riqueza, diversidade e equitabilidade de morfoespécies de Alysiinae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). (I, III e V são áreas de mata de galeria; II, IV e VI de campo rupestre. A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. R.M. Riqueza de morfoespécies. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019).

	<b>A.T.</b>	<b>A.R.</b>	<b>R. M.</b>	<b>Shannon (H')</b>	<b>Simpson (1-D)</b>	<b>Pielou (J)</b>
<i>Área I</i>	94	0,42	32	2,87	0,91	0,83
<i>Área II</i>	3	0,01	3	1,1	0,67	1
<b>Ponto 1</b>	97	0,43	35	2,96	0,92	0,83
<i>Área III</i>	22	0,10	13	2,34	0,88	0,91
<i>Área IV</i>	10	0,04	3	0,85	0,49	0,77
<b>Ponto 2</b>	32	0,14	15	2,4	0,88	0,88
<i>Área V</i>	90	0,40	32	2,91	0,9	0,84
<i>Área VI</i>	4	0,02	3	1,04	0,62	0,94
<b>Ponto 3</b>	94	0,42	34	2,98	0,9	0,84
<b>Fitofisionomia</b>						
<i>Mata de galeria</i>	206	0,92	59	3,36	0,94	0,82
<i>Campo rupestre</i>	17	0,08	6	1,39	0,67	0,77
<b>Armadilha</b>						
<i>Moericke</i>	149	0,67	41	2,99	0,92	0,81
<i>Malaise</i>	56	0,25	26	2,95	0,93	0,9
<i>Luminosa</i>	18	0,08	14	2,59	0,92	0,98
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	<b>-</b>	<b>63</b>	<b>3,42</b>	<b>0,94</b>	<b>0,82</b>

Entre os métodos de coleta, para as armadilhas de Moericke e Malaise foram estimados valores similares de diversidade, apesar de o maior número de exemplares e morfoespécies ter sido coletado com Moericke. A maior uniformidade foi relacionada à armadilha luminosa e a menor, às armadilhas de Moericke.

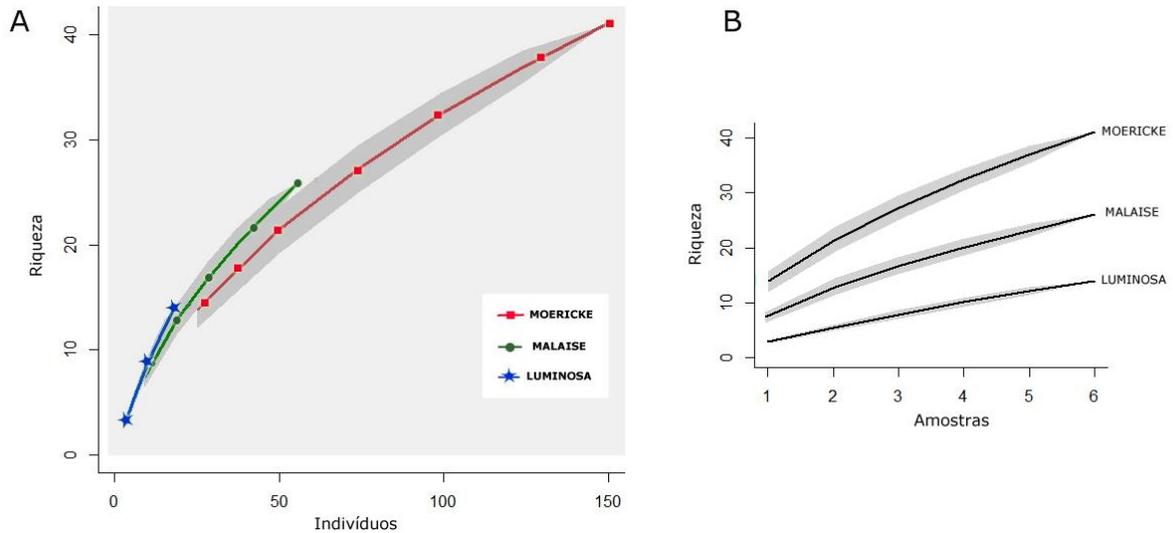
O dendrograma UPGMA baseado nas distâncias de Morisita-Horn calculadas para as morfoespécies (Fig. 19) de Alysiinae foi semelhante ao considerado para as subfamílias de Braconidae, agrupando as áreas de mata de galeria e campo rupestre separadamente. A distância média entre os locais foi de 0,76 e a correlação entre a matriz cofenética e a matriz de distâncias, de 0,88. Os pontos 2 e 3 foram os mais relacionados entre si (matas III, V e campos IV, VI, com distâncias de aproximadamente 0,4). O local considerado mais distinto dos demais foi o campo rupestre II, com diferença máxima (1) em relação às três matas.



**Figura 19.** Dendrograma de distâncias (método UPGMA, índice de Morisita-Horn) para morfoespécies de Alysinae (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). Áreas I, III e V se referem a matas de galeria; II, IV e VI, a campos rupestres. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019.

As curvas de acumulação usando o método de rarefação são mostradas na Figura 20. As curvas geradas em função do número de indivíduos amostrados (Fig. 20A) não foram estáveis (ou estiveram perto de alcançar uma assíntota) considerando os três métodos de coleta utilizados. As estimativas para amostras de armadilha luminosa e Malaise resultaram nas curvas mais acentuadamente inclinadas. Já as curvas de acumulação geradas em função do número de amostras (ou áreas amostradas, Fig. 20B) permitiu a comparação da riqueza pelos diferentes métodos, sob o mesmo tamanho amostral. Assim, quando consideramos seis unidades amostrais, a riqueza média de morfoespécies coletadas com o uso de Moericke é 40, com Malaise 20 e luminosa 10.

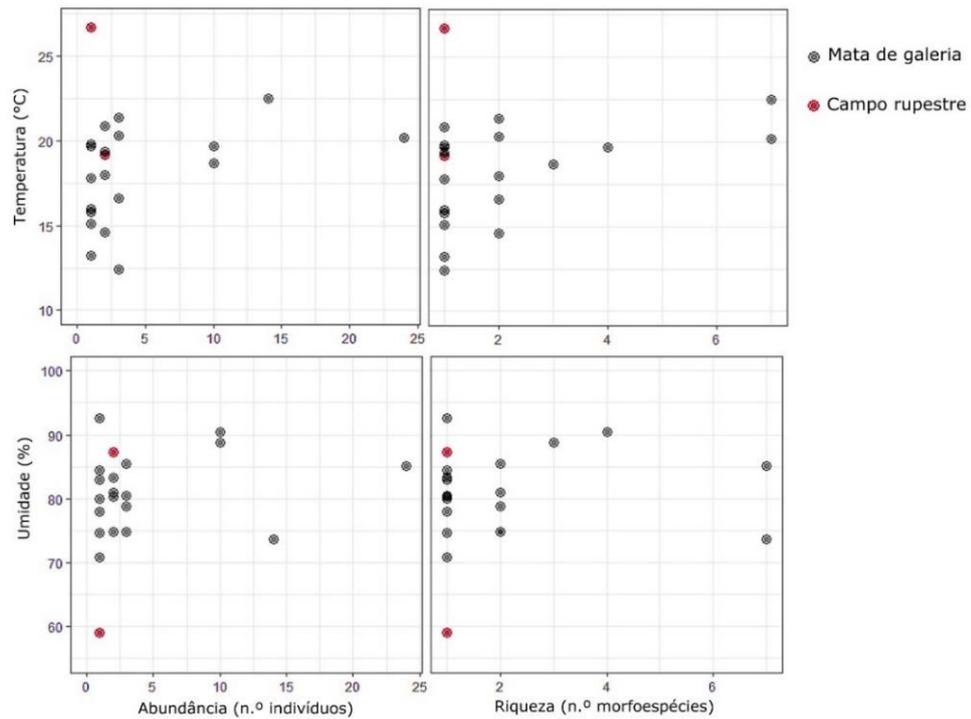
Considerando todos os gêneros, a riqueza de morfoespécies observada por local de amostragem variou entre 3 e 10, e a riqueza média de morfoespécies foi de 14. Do total, 33 morfoespécies foram registradas em uma única observação, ou seja, foram representadas por um único indivíduo (“*singletons*”) e 13 em duas observações (“*doubletons*”); 47 morfoespécies foram observadas em apenas uma das seis áreas amostradas (“*uniques*”) e 11 em dois locais (“*duplicates*”). Para a área estudada no PNSC, 80 morfoespécies foram estimadas pelo método Bootstrap, 102 por Jackknife1, 105 por Chao1, 128 por Jackknife2 e 163 por Chao2.



**Figura 20.** Curvas de acumulação de morfoespécies de Alysiniinae pelo método de rarefação (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). As curvas foram construídas de acordo com o método de coleta (armadilhas de Moericke, armadilha Malaise e armadilha luminosa). **A.** Curvas baseadas no número de indivíduos amostrados. **B.** Curvas baseadas no número de amostras. Dados obtidos entre novembro de 2018 e dezembro de 2019.

Para o teste de correlação de Spearman foram considerados dados de 88 exemplares e 32 morfoespécies amostradas com armadilhas de Moericke, resultantes das 60 amostragens incluindo registros de variáveis ambientais (10 coletas em 6 locais). Em 39 das 60 amostragens, nenhum exemplar de Alysiniinae foi registrado e, portanto, foram considerados 21 amostras. A abundância de Alysiniinae variou de 1 a 24 indivíduos e a riqueza de morfoespécies, de 1 a 7 (Fig. 21).

Nenhuma associação foi considerada significativa no intervalo de confiança testado entre as variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) e a abundância e riqueza de morfoespécies no intervalo de confiança testado. O coeficiente de correlação estimado entre temperatura e abundância foi de  $\rho = 0,31$ ,  $p = 0,17$ ; temperatura e riqueza,  $\rho = 0,31$ ,  $p = 0,17$ ; umidade relativa e abundância,  $\rho = 0,27$ ,  $p = 0,23$ ; umidade relativa e riqueza,  $\rho = 0,15$ ,  $p = 0,52$ .



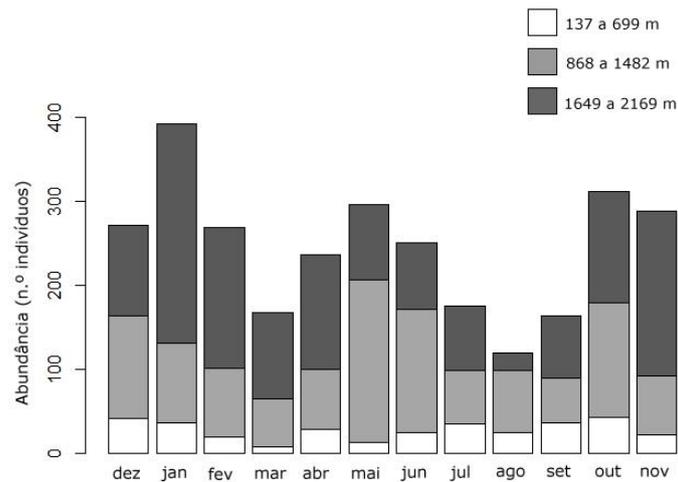
**Figura 21.** Abundância e riqueza de morfoespécies de Alysiiinae de acordo com a variação média da temperatura e umidade relativa do ar (Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG). Pontos pretos se referem a dados de matas de galeria e vermelhos a campos rupestres. Dados obtidos entre janeiro e outubro de 2019.

## 5.2. PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS

No período entre dezembro de 2014 e novembro de 2015 foram coletados 2.957 exemplares da subfamília Alysiiinae. Desses, quinze não puderam ser identificados em gênero devido a danificação do material e, portanto, 2.942 exemplares foram identificados em doze gêneros: *Alysia* Latreille, *Aphaereta* Foerster, *Asobara* Foerster, *Aspilota* Foerster, *Dinotrema* Foerster, *Gnathopleura* Fischer, *Rhacalysia* Cameron, *Ilatha* Fischer, *Microcrasis* Fischer, *Orthostigma* Ratzeburg, *Phaenocarpa* Fischer e *Tanycarpa* Foerster. Esse resultado representa cerca de 30% dos gêneros conhecidos no Novo Mundo e 55% dos gêneros registrados no neotrópico. Dois grupos (Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2, os mesmos encontrados no PNSC) não puderam ser incluídos em nenhum dos gêneros conhecidos com base em características morfológicas e foram tratados como dois gêneros distintos.

As maiores abundâncias ocorreram em janeiro, com 13% do total, e outubro 11% (Fig. 22). Em maio e novembro foram coletados 10% do total (cada). A menor abundância foi registrada em agosto (119 indivíduos, 4%), depois março, julho e setembro (cerca de 6% em cada).

Aproximadamente metade dos exemplares foi amostrada entre 1.649 e 2.169 m de altitude (pontos 11 a 15), 40% entre 868 e 1.482 m (pontos 6 a 10), e 10% entre 137 e 699 m (pontos 1 a 5). A abundância foi distintamente maior nas áreas acima de 1.650 m no mês de janeiro e novembro. Em maio e junho, a abundância foi maior em altitudes intermediárias (860 e 1.480 m). A fauna amostrada entre 137 e 699 m em março e maio teve um número relativamente baixo de indivíduos coletados.



**Figura 22.** Distribuição temporal da abundância de Alysiiinae (Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ). Registros se referem a dezembro de 2014 a novembro de 2015. Altitudes de 137 a 699 m são relativos aos pontos 1 a 5 (branco); de 868 a 1.482 m, aos pontos 6 a 10 (cinza claro); de 1.649 a 2.169 m, aos pontos 11 a 15 (cinza escuro). Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015.

O número de gêneros entre os períodos de coleta variou de 7 (julho a setembro) a 12 (em janeiro) (Tab. 13). O gênero *Dinotrema* foi o mais abundante, compreendendo cerca de 70% dos Alysiiinae amostrados, com exemplares capturados em todos os pontos de coleta e períodos. *Aspilota* e *Aphaereta* foram o segundo e o terceiro gênero mais abundante, respectivamente, compondo 17% e 6% dos Alysiiinae coletados, e também foram registrados em todos os pontos e períodos amostrados. Os demais gêneros representam 8% do número total de exemplares coletados. Um único exemplar de *Alysiia* foi amostrado e dois de *Gnathopleura*.

**Tabela 13.** Distribuição da abundância e riqueza dos gêneros de Alysinae no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. Colunas em cinza se referem ao período úmido, cinza claro a períodos de transição, e em branco ao período seco (conforme DAVIS; NAGHETTINI, 2001). A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. R.G. Riqueza de gêneros. Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015.

Gênero	PERÍODO DE COLETA											
	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
<i>Alysia</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphaereta</i>	14	19	22	17	19	16	14	12	4	5	9	19
<i>Asobara</i>	1	2	2	4	5	2	2	-	1	2	-	1
<i>Aspilota</i>	45	50	56	30	45	51	37	27	25	27	51	48
<i>Dinotrema</i>	187	276	164	102	149	211	188	127	81	125	238	197
Gênero nov. 1	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Gênero nov. 2	1	3	1	1	-	-	2	1	-	-	2	2
<i>Gnathopleura</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ilatha</i>	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>Microcrasis</i>	16	15	6	3	2	3	2	2	2	1	2	6
<i>Orthostigma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-
<i>Phaenocarpa</i>	4	5	7	6	13	10	3	5	3	3	3	2
<i>Rhacalysia</i>	1	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	2
<i>Tanycarpa</i>	1	15	7	2	2	2	3	-	-	-	2	10
<b>A.T.</b>	271	393	269	167	236	296	251	175	119	164	312	289
<b>A.R.</b>	0,09	0,13	0,09	0,06	0,08	0,10	0,09	0,06	0,04	0,06	0,11	0,10
<b>R. G.</b>	10	12	9	10	8	8	8	7	7	7	9	11

Exemplares do gênero *Alysia* foram obtidos somente no ponto 12 (cerca de 1.800 m de altitude); de *Gnathopleura* no ponto 10 (cerca de 1.460 m), e *Ilatha* teve exemplares coletados de 1.200 a 1.800 m de altitude (Tab. 14. Consultar Tab. 15 para altitude correspondente de cada ponto). Membros de *Orthostigma* ocorreram exclusivamente no ponto 3 (a aproximadamente 350 m de altitude) e do Gênero nov. 1, entre 870 a 1.500 m de altitude (pontos 9, 11 e 12). Os demais gêneros foram registrados em uma faixa mais ampla de altitude.

**Tabela 14.** Gêneros de Alysinae nos diferentes pontos de coleta no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. (A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015).

Gêneros	PNSO		PONTOS DE COLETA														
	A.T.	A.R.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Alysia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Aphaereta</i>	170	0,06	3	1	2	4	3	5	1	4	17	16	7	23	65	9	10
<i>Asobara</i>	22	0,01	-	-	1	7	-	1	2	-	7	2	1	-	-	-	1
<i>Aspilota</i>	492	0,17	3	10	25	12	2	50	16	9	60	38	49	111	41	55	11
<i>Dinotrema</i>	2.045	0,70	42	22	64	45	20	157	93	83	253	277	148	360	242	190	49
Gênero nov. 1	5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	3	-	-	-	-	-
Gênero nov. 2	13	-	-	1	-	1	1	1	-	1	1	6	-	1	-	-	-
<i>Gnathopleura</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Ilatha</i>	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	9	-	-	-
<i>Microcrasis</i>	60	0,02	19	-	3	5	8	13	3	2	-	1	2	-	3	1	-
<i>Orthostigma</i>	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phaenocarpa</i>	64	0,02	14	1	-	-	3	3	4	-	12	10	4	9	2	1	1
<i>Rhacalysia</i>	7	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	1	2	-	-	-	-
<i>Tanycarpa</i>	44	0,01	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	3	13	4	18	2
<b>Abundância</b>	<b>2.942</b>	-	81	36	99	75	37	232	120	99	356	358	217	527	357	274	74
<b>Riqueza</b>	<b>14</b>	-	5	6	6	7	6	9	7	5	9	11	9	8	6	6	6

A Tabela 15 mostra a abundância e as estimativas de diversidade e equitabilidade para cada ponto estudado, considerando a abundância de *Dinotrema* (esquerda) e não a considerando (direita). Nos pontos 12, 10, 13 e 9 foram registrados os maiores números de indivíduos, respectivamente; a menor abundância foi registrada no ponto 5. A maior riqueza de gêneros foi registrada no ponto 10 (11 gêneros) e a menor nos pontos 1 e 8 (5 gêneros).

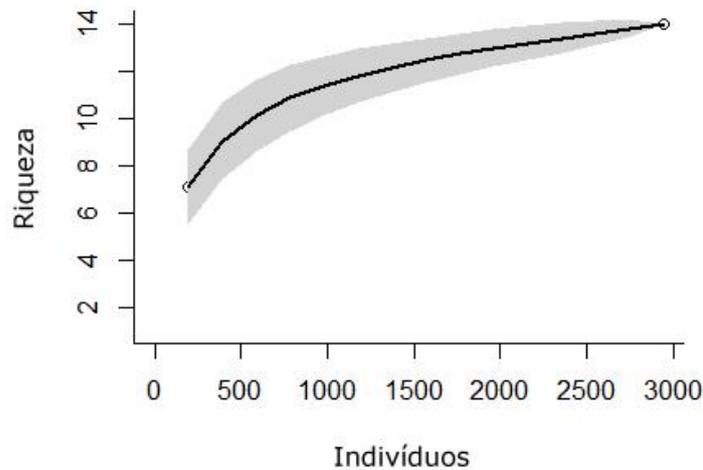
Considerando os exemplares de *Dinotrema*, para os pontos 1, 4 e 5 foram estimados as maiores diversidades através dos dois índices utilizados. O índice de Pielou indicou maior uniformidade para os pontos 1 e 5. Desconsiderando esse táxon, os maiores índices de diversidade pelo índice de Shannon foram estimados para os pontos 10, 4 e 5, respectivamente; já pelo índice de Simpson, as maiores diversidades foram obtidas para os pontos 7, depois 4 e 5. O índice de Pielou foi maior para o ponto 5.

A diversidade estimada para o ponto 15, apesar de não estar entre as maiores, foi relativamente maior (com e sem *Dinotrema*) do a obtida para os pontos 11 e 14.

**Tabela 15.** Riqueza, diversidade e equitabilidade de gêneros no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. São mostradas as análises incluindo o gênero *Dinotrema* (esquerda) e excluindo (direita). (Alt. Altitude média dos subpontos. R.G. Riqueza de gêneros. A.T. Abundância total. A.R. Abundância relativa. Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015).

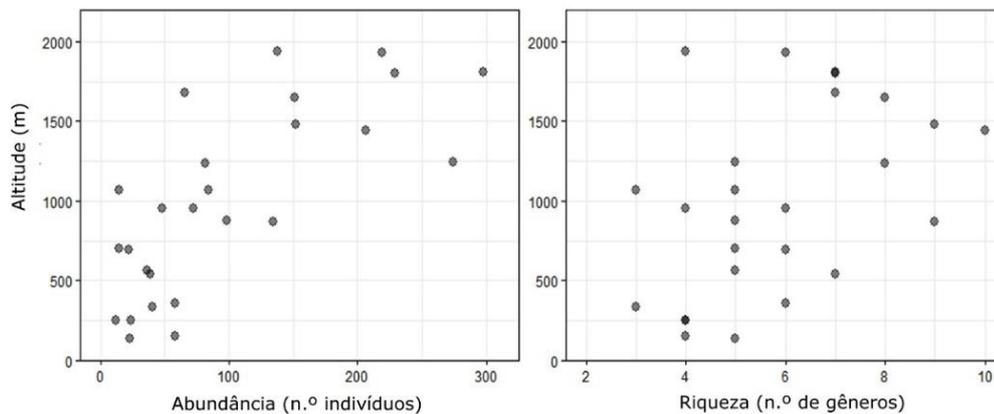
Ponto	Alt. (m)	Incluindo <i>Dinotrema</i>					Excluindo <i>Dinotrema</i>				
		A.T.	A.R.	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Pielou (J)	A.T.	A.R.	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Pielou (J)
1	143	81	0,03	1,23	0,64	0,76	39	0,04	1,20	0,64	0,75
2	250	36	0,01	1,06	0,55	0,59	14	0,02	1,25	0,58	0,70
3	346	99	0,03	0,99	0,52	0,55	35	0,04	1,16	0,54	0,65
4	553	75	0,03	1,27	0,6	0,56	30	0,03	1,69	0,78	0,87
5	695	37	0,01	1,33	0,64	0,74	17	0,02	1,60	0,77	0,90
6	872	232	0,08	0,99	0,49	0,45	75	0,08	1,30	0,58	0,59
7	954	120	0,04	0,82	0,38	0,43	27	0,03	1,52	0,91	0,78
8	1.069	99	0,03	0,62	0,29	0,39	16	0,02	1,37	0,71	0,85
9	1.241	356	0,12	0,98	0,46	0,45	103	0,11	1,49	0,67	0,68
10	1.463	358	0,12	0,90	0,39	0,38	81	0,09	1,80	0,76	0,75
11	1.665	217	0,07	0,98	0,48	0,44	69	0,08	1,35	0,59	0,61
12	1.805	527	0,18	0,98	0,49	0,47	167	0,19	1,29	0,58	0,62
13	1938	357	0,12	0,94	0,49	0,53	115	0,13	1,20	0,63	0,67
14	2.126	274	0,09	0,91	0,47	0,51	84	0,09	1,23	0,62	0,68
15	2.154	74	0,03	1,04	0,52	0,58	25	0,03	1,40	0,72	0,78
<b>PNSO</b>		<b>2942</b>	<b>-</b>	<b>1,07</b>	<b>0,48</b>	<b>0,4</b>	<b>897</b>	<b>-</b>	<b>1,49</b>	<b>0,65</b>	<b>0,58</b>

A curva de rarefação para os gêneros de Alysiinae coletados (Fig. 23), não atingiu uma assíntota, mas não foi acentuadamente inclinada. A riqueza média de gêneros por área amostrada foi 7 ( $\pm 1,8$ ). Um gênero foi observado somente uma vez (*singleton*); um foi observado duas vezes (*doubleton*); três gêneros foram encontrados em apenas uma amostra (*uniques*). O número de gêneros existentes estimados para a área estudada foi de 17 pelos estimadores Jackknife 1 e Chao 2, e 19 por Jackknife 2.



**Figura 23.** Curva de acumulação de gêneros de Alysiiinae pelo método de rarefação (Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ). O esforço amostral foi baseado no número de indivíduos. Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015.

A abundância e a riqueza de gêneros de acordo com a variação altitudinal são mostradas na Figura 24. Considerando a abundância de *Dinotrema*, o teste de correlação de Spearman entre altitude e abundância, e altitude riqueza de gêneros, resultou nos seguintes coeficientes: para altitude e abundância,  $\rho = 0,58$ ,  $p < 0,001$ ; altitude e riqueza,  $\rho = 0,25$ ,  $p = 0,1$ . Assim, apenas a associação entre altitude e abundância foi considerada significativa no intervalo de confiança testado. O coeficiente estimado para altitude e abundância sem considerar os dados de *Dinotrema* resultou em  $\rho = 0,46$ ,  $p = 0,01$ .



**Figura 24.** Abundância e riqueza de gêneros de Alysiiinae de acordo com a variação altitudinal no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. Dados obtidos entre dezembro de 2014 e novembro de 2015.

### 5.3. DIAGNOSE DOS GÊNEROS ENCONTRADOS

A partir do material coletado no PNSC e PNSO, quatorze gêneros da subfamília Alysiinae foram amostrados (*Alysia*, *Aphaereta*, *Asobara*, *Aspilota*, *Coelinius*, *Dinotrema*, *Gnathopleura*, *Rhacalysia*, *Idiasta*, *Ilatha*, *Microcrasis*, *Orthostigma*, *Phaenocarpa* e *Tanycarpa*) e dois grupos sem gênero definido, tratados como gêneros distintos (Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2.)

*Coelinius* foi o único gênero da tribo Dacnusiini registrado neste estudo, os demais são de Alysiini. Morfologicamente, as duas tribos podem ser diferenciadas principalmente pela nervura r-m da asa anterior, ausente em membros de Dacnusiini (Fig. 25) e presente em Alysiini (Fig. 28-30, 40, 41, 43). O número de dentes mandibulares geralmente também difere entre membros das tribos, frequentemente de quatro a sete em Dacnusiini (Fig. 26) e geralmente não mais que três em Alysiini (Fig. 27).



**Figura 25-26.** *Coelinius* sp. Exemplar fêmea coletado no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. **25.** Asas anterior e posterior. **26.** Cabeça e mandíbula (vista lateral); seta mostrando o quarto dente mandibular. **Figura 27.** Mandíbula de *Aphaereta* sp. (vista lateral). Exemplar fêmea, coletado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ.

Os gêneros foram ilustrados a partir de espécimes coletados no PNSO ou PNSC (Fig. 29-43), exceto *Alysia* (Fig. 28) que foi reproduzido de van Noort (2020), pois o único exemplar do gênero registrado neste estudo foi danificado no processo de curadoria e não pode ser fotografado.

#### **Tribo Alysiini** Leach, 1815

*Alysia* Latreille, 1804 (Fig. 28)

Espécie tipo: *Ichneumon manducator* Panzer, 1799

Diagnose. Cabeça cúbica a transversa; primeiro flagelômero (incluindo anelus) maior que o segundo; clipeo semielíptico, um pouco protruso; superfície da face suave a densamente esculpada; olhos glabros; espaço malar ausente; mandíbula ampla, com três dentes; cova dorso-medial no pronoto (pronope) ausente; sulco precoxal presente ao menos medialmente, às vezes completo; metanoto com carena média anterior; propódeo usualmente grosseiramente reticulado-

rugoso; aréola geralmente não diferenciável; algumas vezes espiráculos ampliados. Venação da asa completa; veia r surgindo do meio ou entre o meio e o ápice do pterostigma, este bastante robusto e elíptico; veia 3-SR da asa anterior usualmente menor que 2-SR, ou igual; m-cu da asa posterior distinta. Primeiro tergito do metassoma com dorsope distinto; válvula superior do ovipositor plana dorsalmente ou com área dorsal convexa, algumas vezes formando um degrau em vista lateral (ou “*notch*”) (ZHU; VAN ACHTERBERG; CHEN, 2018).

Hospedeiros. Calliphoridae, Sarcophagidae, Tephritidae, Anthomyiidae, Heleomyzidae (Diptera) (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Registro de associação com Agromyzidae precisa de confirmação e com Mycetophylidae é muito provavelmente errôneo (WHARTON, 1984).

Distribuição. Regiões holártica, neotropical, oriental e oceânica. Introduzido nas regiões austro-asiática e afrotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Aphaereta*** Foerster, 1862 (Fig. 29)

Espécie tipo: *Alysia cephalotes* Haliday, 1833

Diagnose. Mandíbula simples, com três dentes; carenas ventral e diagonal bem desenvolvidas; primeiro geralmente menor que o segundo (mas igual ou maior que o segundo nas espécies do grupo *A. confusa*). Asa anterior com pterostigma estreito, fundindo imperceptivelmente com a veia 1-R1 em muitas espécies; 1-SR+M ausente, 2-SR menor que 3-SR; célula subdiscal aberta, CU1a intersticial ou quase. Asa posterior com veia m-cu ausente; quando cu-a presente, 1r-m e M+CU muito menor que 1-M. Bainha do ovipositor com cerdas esparsas (WHARTON, 2002).

Hospedeiros. Associado com ao menos 15 famílias de Diptera (WHARTON, 2017), predominantemente Anthomyiidae, Calliphoridae, Drosophilidae, Fanniidae, Muscidae, Sciomyzidae, Sepsidae, Tachinidae e Tephritidae (VAN ACHTERBERG *et al.*, 2020).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Asobara*** Foerster, 1862 (Fig. 30)

Espécie tipo: *Alysia tabida* Nees, 1834

Diagnose. Mandíbula grandes, simples, com três dentes. Dente 1 normalmente largo; dente 2 usualmente bastante estreito e longo (às vezes largo e curto); dente 3 largo e com pequeno ângulo ventro-distalmente. Covas tentoriais anteriores curtas, não alcançando a borda dos olhos. Primeiro flagelômero distintamente mais curto que o segundo, ou de comprimento semelhante. Mesoscuto com fossa mesoscutal geralmente presente; notáulos geralmente presentes apenas na parte anterior do mesoscuto (às vezes atingindo a fossa mesoscutal); sulco precoxal sempre presente; propódeo com diferentes tipos de esculturas, às vezes com aréola. Asa anterior com veia 3-SR mais longa que 2-SR, m-cu antefurcal ou (às vezes) intersticial; célula subdiscal aberta, 2CU subintersticial. Asa

posterior com veia m-cu ausente, r-m e M+CU muito mais curta que 1M ou cu-a ausente. Bainha do ovipositor com pilosidade esparsa, mas glabra basalmente (PERIS-FELIPO; VAN ACHTERBERG; BELOKOBYSKIJ, 2019).

Hospedeiros. Maioria dos hospedeiros são dípteros das famílias Drosophilidae e Tephritidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), mas também existem registros de Anthomyiidae, Ephydriidae, Phoridae e Sepsidae (WHARTON, 1994).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Aspilota*** Foerster, 1862 (Fig. 31)

Espécie tipo: *Alysia ruficornis* Nees, 1834

Diagnose. Antenas com 13-30 segmentos; fronte sem cova, ou cova mais ou menos desenvolvida; sulco olho-antenal não distinto, no máximo ligeiramente impresso; cova paraclipeal grandemente ampliada, alcançando a margem do olho ou quase; sutura malar vertical ou ausente; mandíbula sem carena transversal, com três dentes, dente 2 agudo, dentes 1 e 2 geralmente em forma de lóbulo (mas agudos em algumas espécies); dente 1 reduzido algumas vezes; precoxal sulco desenvolvido ao menos medialmente. Notaulos amplamente ausente; propódeo com área média mais ou menos desenvolvida ou reticulada-rugose. Asa anterior com pterostigma linear; veia 1-SR+M geralmente presente, mas ausente em algumas espécies; veia CU1b da asa anterior geralmente um pouco menor que 3-CU1. Asa posterior com veia M+CU maior que 1-M. Garras tarsais delgadas. Primeiro tergito do metassoma estreito. Bainha do ovipositor geralmente tão longas quanto o primeiro tergito metassomal, mas excepcionalmente tão longa quanto o corpo em *A. jaculans* (Haliday, 1838) (VAN ACHTERBERG, 1988).

Hospedeiros. Dípteros Phoridae e Platypezidae (em fungos); existem registros de associação com Anthomyiidae e Drosophilidae, porém, são provavelmente errôneos (VAN ACHTERBERG, 1988).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Dinotrema*** Foerster, 1862 (Fig. 33)

Espécie tipo: *Dinotrema erythroga* Foerster, 1862

Diagnose. Mandíbula pequena, simples, com 3 dentes. Cova paraclipeal curta, não alcançando a margem do olho. Mesoscuto com ou sem cova mesoscutal; notaulos presente apenas na parte anterior do mesoscuto; sulco precoxal sempre presente; propódeo suave ou mais comumente com diferentes tipos de escultura, algumas vezes com carena longitudinal ou transversal. Na asa anterior, célula marginal nunca encurtada; veia 2-SR sempre presente e geralmente distintamente esclerosada; veias m-cu e cu-a sempre pós furcais; primeira célula subdiscal sempre fechada distalmente. Metassoma mais ou menos distintamente comprimido

lateralmente. Bainha do ovipositor geralmente mais curta que o metassoma (PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKI, 2018).

Hospedeiros. Predominantemente dípteros Phoridae (parcialmente em fungos), mas também são registrados Anthomyiidae e Platypezidae (PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKI, 2018).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

**Gênero nov. 1** (Fig. 34)

O grupo é distinto de outros Alysinae pelas seguintes características na asa anterior: nervuras 1-SR+M e 2-SR fundidas, não tocando as nervuras m-cu e 2-M; e tornando confluentes as células dias e segunda submarginal. Essas características fazem com que o Gênero 1 não seja incluído em nenhum outro gênero descrito.

**Gênero nov. 2** (Fig. 35)

Esse grupo se assemelha parcialmente a *Dinotrema*, *Dapsilarthra* e *Dapsildiastema*, mas é distinto pelas seguintes características na asa anterior: 2-1A ausente, célula subdiscal aberta (diferindo de *Dinotrema*), 3-CU1 pouco desenvolvida, mas distinta, (3-CU1 não surge diretamente em linha com 2-CU1, diferindo de *Dapsilarthra*), m-cu pós-furcal (2-SR+M ausente, diferindo de *Dapsildiastema*).

***Gnathopleura*** Fischer, 1975 (Fig. 36)

Espécie tipo: *Alysia melanocephala* Cameron, 1887

Diagnose. Cabeça transversal, face curta. Mandíbulas largas, com numerosas cerdas e superfície rugosa; borda entre os dentes 1 e 2 expandida, contendo um quarto dente arredondado, dente três separado apenas por depressões rasas; carena diagonal bem desenvolvida. Dimorfismo sexual nas antenas: machos com flagelômeros mais numerosos, estreitos; primeiro flagelômero geralmente curto, mas ocasionalmente igual ou maior que o segundo. Clípeo pequeno, protruso. Sulco precoxal impresso, usualmente suave e polido, ocasionalmente crenulado. Escutelo achatado ou quase, nunca com espinho posterior. Metanoto com crista média, mas quase nunca com flange alta ou espinho. Espiráculo propodeal pequeno. Propódeo com carenas, muito raramente reticulado. Primeiro tergito do metassoma geralmente bicarenado, raramente fracamente estrigoso. Venação da asa anterior completa; veia r surgindo próximo a extremidade distal do pterostigma, este moderadamente curto e largo; 3-SR quase sempre igual ou menor que 2-SR; SR1 terminando na extremidade da asa; célula subdiscal fechada distalmente por CU1b; 3-CU1 frequentemente tão longa quanto CU1b, mas paralela a veia 2-CU1 (ou quase), CU1a surgindo distintamente acima do meio da primeira célula subdiscal, raramente intersticial; m-cu antefurcal a pós furcal. Asa posterior com veia m-cu bem desenvolvida, fortemente pigmentada, curvada em direção à base da asa; 1-M

muito maior que M+CU, ligeiramente maior que 1r-m. Metassoma da fêmea nunca fortemente comprimido lateralmente; tergitos metassomais não esculpturados além do primeiro tergito. Bainha do ovipositor coberta por cerdas esparsas e moderadamente longas. Espécies grandes com asas escurecidas (WHARTON, 1980).

Hospedeiros. Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae (Diptera), usualmente em associação com esterco e carniça (WHARTON, 1984).

Distribuição. Novo Mundo (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Idiasta*** Foerster, 1863 (Fig. 37)

Espécie tipo: *Alysia (Alysia) maritima* Haliday, 1838

Diagnose. Mandíbula com três dentes, carenas dorsal e ventral bem desenvolvidas. Primeiro segmento flagelar igual ou menor que o segundo. Asa anterior com pterostigma amplo, distinto, em forma de cunha; veia 2-SR maior que 3-SR. Veia m-cu da asa posterior presente, frequentemente bem desenvolvida, M+CU geralmente igual ou maior que 1-M (WHARTON, 2002).

Hospedeiros. Muscidae (Diptera) (WHARTON, 1984).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Ilatha*** Fischer, 1975 (Fig. 38)

Espécie tipo: *Alysia erythrogaster* Cameron, 1887

Diagnose. Primeiro flagelômero maior que o segundo. Mandíbula com três dentes, recuo entre os dentes 1 e 2; dente 1 não diminuto em comparação com o dente 3. Sulco precoxal não esculpturado ou ausente. Asas inteiramente escurecidas e/ou amarelas; asa anterior com pterostigma não linear, com porção nitidamente ampliada; veias 2-SR e 1-SR+M presentes; célula subdiscal fechada, nervura 3-CU1 presente e orientada posteriormente, mais longa que CU1b, CU1a surgindo abaixo do meio da célula subdiscal. Tergitos metassomais 2 e 3 lisos, exceto por pontuações associadas a cerdas (KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012; WHARTON, 2017).

Hospedeiros. Tachinidae (Diptera) parasitando larvas de lepidópteros Nymphalidae e Geometridae (KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012).

Distribuição. Região neotropical (Argentina, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Peru e Venezuela) (KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012).

***Microcrasis*** Fischer, 1975 (Fig. 39)

Espécie tipo: *Syncrasis flavifrons* Ashmead, 1895

Diagnose. Face sem sulcos esculpturados; segundo flagelômero mais longo que o primeiro; mandíbula com três dentes. Sulco precoxal esculpturado. Venação das asas completa; asa anterior com pterostigma apenas fracamente separado da veia 1-R1; r surgindo depois do meio do

pterostigma; m-cu. pós furcal; 2-SR mais longa que 3-SR; célula subdiscal fechada, veia CU1a surgindo ao meio. Segmentos metassomais normalmente separados uns dos outros, não compactados; segundo tergito em diante não esculturado (FISCHER, 1975).

Hospedeiros. Lonchaeidae (Diptera) (WHARTON, 1984).

Distribuição. Neotropical (YU. *et al.*, 2016).

***Orthostigma*** Ratzeburg, 1844 (Fig. 40)

Espécie tipo: *Aphidius flavipes* Ratzeburg, 1844

Diagnose. Mandíbula pequena, com três dentes, carena transversal completa, em forma de crescente na base dos dentes e carena ventral mais fraca; geralmente dente 3 largo, arredondado, em forma de lóbulo; dente 1 agudo, muito pequeno. Clípeo grande, fracamente convexo, estendendo-se lateralmente abaixo as covas paraclipeais na maioria das espécies, nunca estreito nem fortemente protuberante anteriormente. Sulco olho-antenal geralmente presente como uma linha ligeiramente curva ventral-lateralmente da base da antena ao olho. Asa anterior com estigma completamente reduzido, linear, fundindo imperceptivelmente com a veia 1-R1, ou espessado secundariamente em algumas espécies; r surgindo próximo à base do pterostigma; 2-SR ausente em algumas espécies, quando presente, menor que 3-SR; m-cu pós furcal. Bainha do ovipositor moderada a esparsamente cerdosa (VAN ACHTERBERG, 1988; WHARTON, 2002).

Hospedeiros. Phoridae (Diptera) (VAN ACHTERBERG, 1988).

Distribuição. Registrado em todas as regiões biogeográficas, exceto na região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

***Phaenocarpa*** Foerster, 1862 (Fig. 41)

Espécie tipo: *Alysia picinervis* Haliday, 1838

Diagnose. Primeiro flagelômero menor que o segundo. Asa anterior com veia 2-SR menor que 3-SR; célula subdiscal fechada, veia CU1a surgindo bem acima do meio da célula subdiscal, muito frequentemente intersticial. Asa posterior com veia m-cu ausente ou fraca, espectral (WHARTON, 1980).

Hospedeiros. Anthomyiidae, Calliphoridae, Clusiidae, Drosophilidae, Muscidae, Scathophagidae, Sciomyzidae, Syrphidae (Diptera) (WHARTON, 1984).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016)

***Rhacalysia*** Cameron, 1910 (Fig. 42)

Espécie tipo: *Rhacalysia rufobalteata* Cameron, 1910

Diagnose. Cova paraclipeal se estendendo até o olho. Primeiro segmento flagelar menor que o segundo. Venação da asa anterior completa; veia 2-RS maior que 3-SR, m-u antefurcal a

intersticial. Tergitos metassomais não esculpturados além do primeiro tergito, não formando uma carapaça (OLIVEIRA; PENTEADO-DIAS, 2020).

Hospedeiros. Desconhecido.

Distribuição. Regiões afrotropical, asiática e neotropical (FISCHER; 1993; 1999; OLIVEIRA; PENTEADO-DIAS, 2020).

***Tanycarpa*** Foerster, 1862 (Fig. 43)

Espécie tipo: *Bassus gracilicornis* Nees, 1812

Diagnose. Primeiro flagelômero mais longo que o segundo, a maioria dos flagelômeros sem cerdas longas; clipeo moderadamente pequeno, fracamente protuberante; cova paraclipeal pequena, nunca alcançando a borda do olho; palpo maxilar delgado, mais longo que a altura da cabeça. Sulco precoxal crenulado, distintamente desenvolvido, linear, largo e profundo; escutelo moderadamente convexo, nunca com espinho posterior; espiráculo propodeal redondo e pequeno (diâmetro muito menor que a distância entre o espiráculo e a margem anterior do propódeo). Venação da asa anterior completa; veia r surgindo depois do meio do pterostigma alongado ou quase linear; veia 2-SR aproximadamente tão longa a 3-SR; célula submarginal pequena; célula subdiscal fechada distalmente, veia CU1a surgindo quase ao meio da célula subdiscal, nunca intersticial. Metassoma fracamente comprimido. Bainha do ovipositor com numerosas cerdas moderadamente longas (PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIY, 2019).

Hospedeiros. Drosophilidae (Diptera) (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

Distribuição. Registrado em todas as regiões biogeográficas, exceto afrotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

**Tribo Dacnusiini** Foerster, 1862

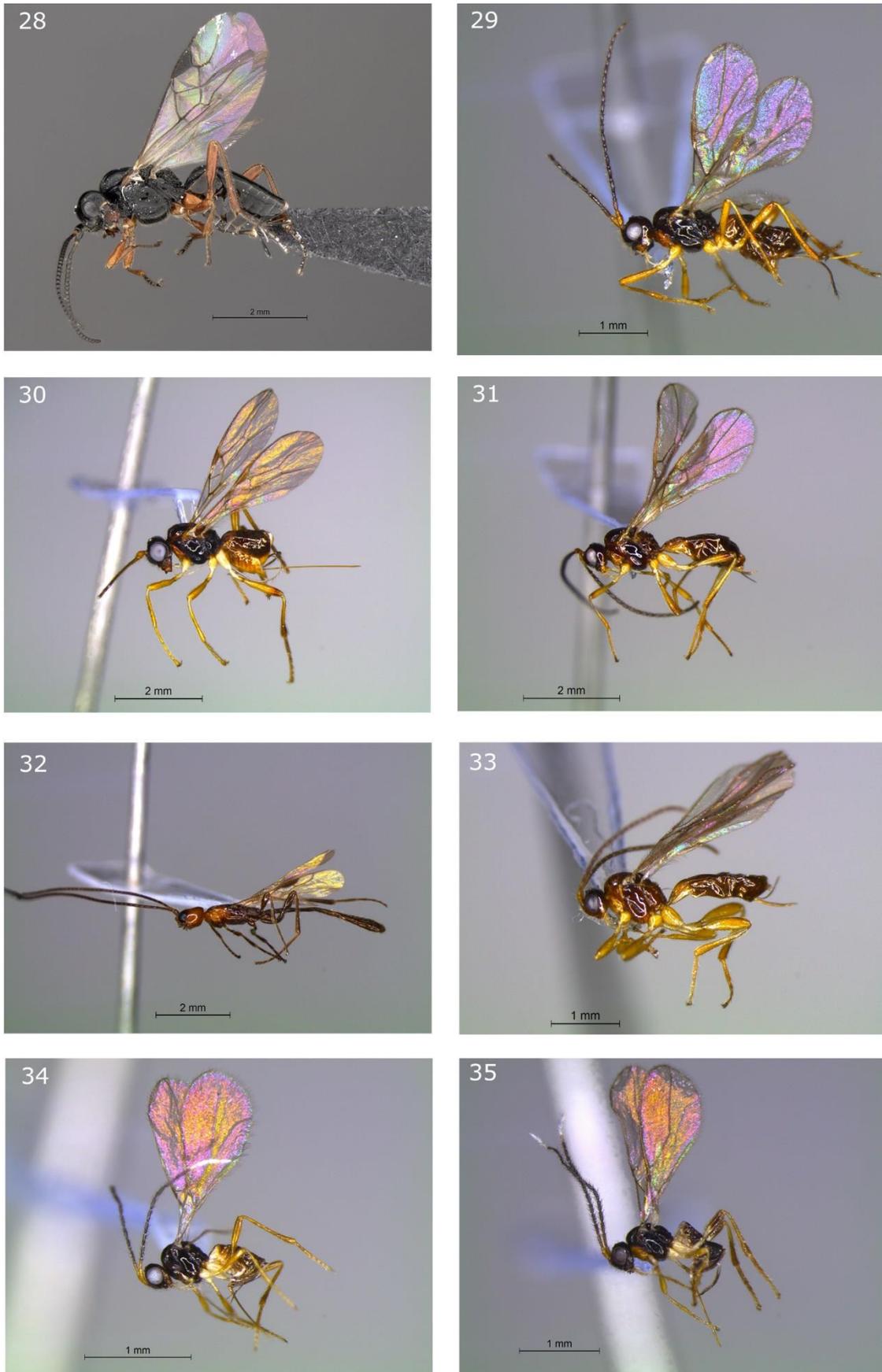
***Coelinus*** Nees, 1818 (Fig. 32)

Espécie tipo: *Stephanus parvulus* Nees, 1812

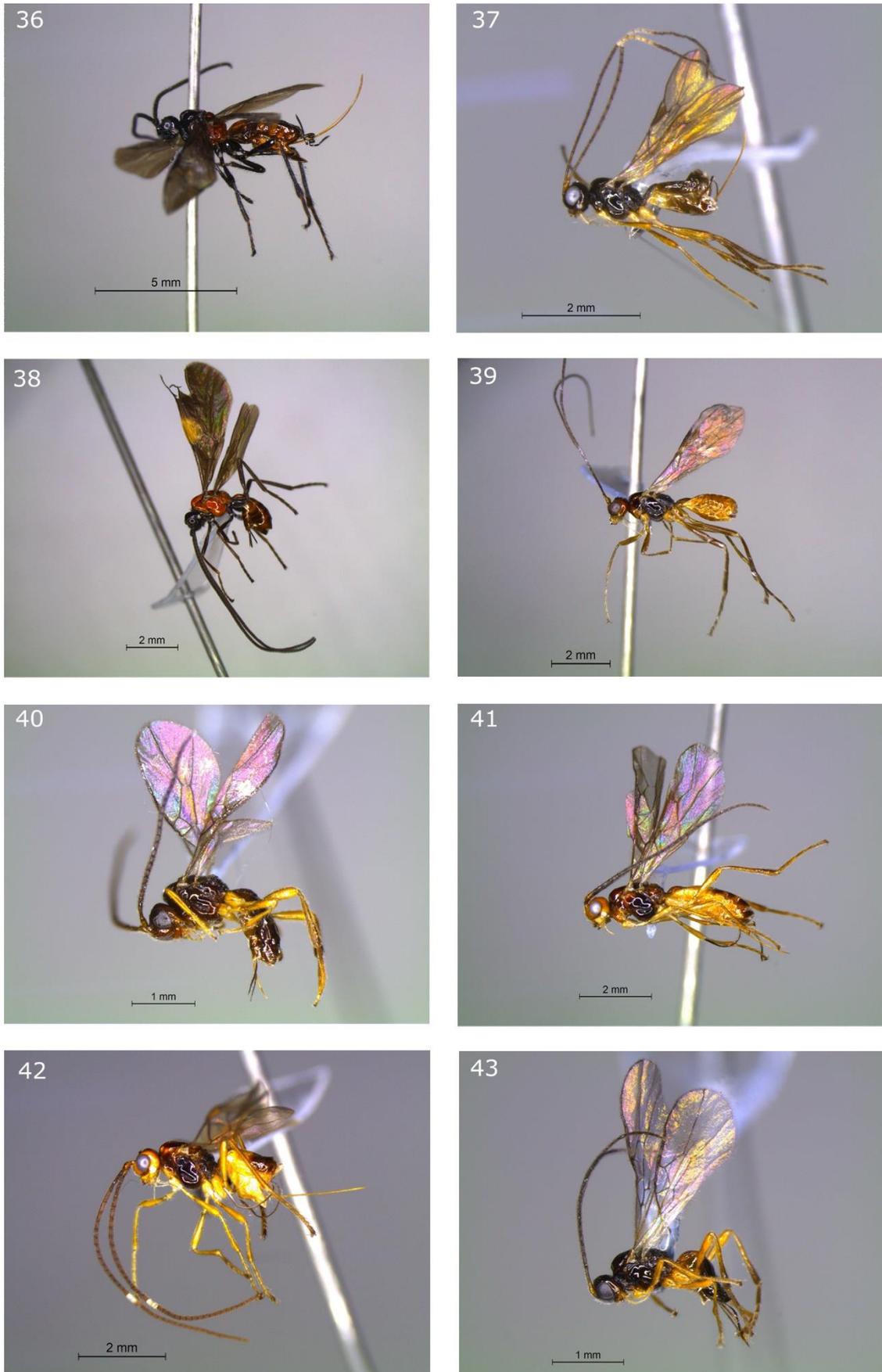
Diagnose. Asa anterior com veia r-m ausente. Mandíbula com ao menos quatro dentes (em algumas espécies, um quinto dente situado entre os dentes 2 e 3 está presente). Olhos quase glabros, cerdas, quando visíveis, esparsas e geralmente mais curtas que a largura de uma faceta do olho composto. Metapleura com cerdas semieretas e orientadas para a porção posterior do corpo (SOUZA-GESSNER; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019).

Hospedeiros. Chloropidae (Diptera) (WHARTON, 1994).

Distribuição. Cosmopolita (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).



**Figuras 28-35.** Aspecto geral dos gêneros de Alysiae registrados neste estudo. **28.** *Alysia* sp. (imagem de VAN NOORT, 2002). **29.** *Aphaereta* sp. **30.** *Asobara* sp. **31.** *Aspilota* sp. **32.** *Coelinius* sp. **33.** *Dinotrema* sp. **34.** Gênero nov. 1. **35.** Gênero nov. 2.



**Figuras 36-43.** Aspecto geral dos gêneros de Alysiinae registrados neste estudo. **36.** *Gnathopleura* sp. **37.** *Idiasta* sp. **38.** *Ilatha* sp. **39.** *Microcrasis* sp. **40.** *Orthostigma* sp. **41.** *Phaenocarpa* sp. **42.** *Rhacalysia* sp. **43.** *Tanycarpa* sp.

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA

#### 6.1.1. *Ichneumonoidea*

Os registros das variáveis ambientais durante o período amostrado permitiram uma caracterização geral da temperatura e umidade relativa do ar, e temperatura do ponto de condensação na área estudada (Tab. 4). Os resultados encontrados indicaram uma diferença significativa nas médias de temperatura e umidade relativa do ar entre áreas de mata de galeria e campo rupestre (Fig. 15).

Sabe-se que os tipos vegetacionais no domínio do cerrado são em grande parte caracterizados pela proporção do estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). A densidade de árvores que determina a cobertura do dossel atua como um filtro ambiental para diversos grupos vegetais e, conseqüentemente, para os animais que dependem deles (como os insetos) através da influência na luminosidade, umidade e propriedades do solo (HOFFMANN, 2005; OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002).

No contexto dos campos rupestres (*s. l.*), a temperatura pode variar devido às inversões provocadas pelo ar mais frio que afunda nos vales dessas formações (FERNANDES *et al.*, 2016) e, uma vez que a disponibilidade de água no solo é um dos principais fatores que favorecem o desenvolvimento das florestas sob o clima dominante no PNSC (EITEN; PINTO, 1994), condições mais úmidas nessas formações podem ser esperadas.

Foram coletados mais de 16.000 exemplares de *Ichneumonoidea* no PNSC, a maior parte no período quente e úmido (Fig. 16), conforme o padrão de distribuição normal dos insetos, isto é, maiores abundâncias registradas no período quente e úmido, com diminuição no período frio e seco (GULLAN; CRANSTON, 2014).

A família Braconidae foi mais abundante que Ichneumonidae (exceto nas duas primeiras coletas) e mais uniformemente distribuída em relação aos períodos e fitofisionomias amostradas (Fig. 16). Maiores abundâncias de Braconidae em relação à Ichneumonidae também foram encontradas em outros estudos na região do PNSC que abordaram vegetações abertas (PÁDUA; ZAMPIERON, 2012; PÁDUA; ZAMPIERON; NUNES, 2014), exceto o estudo de Abreu & Zampieron (2009), com maior abundância de Ichneumonidae, seguida de Braconidae, entre os Hymenoptera parasitoides coletados em um fragmento de cerrado na região do Parque.

Em termos de fitofisionomia, a maior parte dos indivíduos (especialmente de Ichneumonidae) foi coletada em áreas de mata de galeria. Esse ecossistema é tipicamente

mantedor de alta biodiversidade (PINTO *et al.*, 1997) e suas formações, associadas a fundos de vales e nascentes de cursos d'água, determinam locais propícios a uma ampla diversidade de hospedeiros e nichos (CIRELLI; PENTEADO-DIAS, 2003a). Por outro lado, quando consideramos os Braconidae amostrados no período 8 (julho-agosto) e todo o material obtido com o uso de armadilha Malaise, a abundância de Braconidae é maior no campo rupestre do que na mata de galeria. Isso pode indicar a existência de uma fauna diversa e representativa de Ichneumonoidea nessa fitofisionomia.

A resposta da comunidade à variação na temperatura, umidade, vento ou uma combinação de fatores é quase sempre desconhecida para muitos organismos tropicais (FERNANDES *et al.*, 2016). Muitos herbívoros são influenciados pela qualidade de seus hospedeiros e por fatores climáticos que agem de maneira positiva ou negativa, como alta temperatura e radiação solar (FERNANDES; PRICE, 1991; JULIÃO *et al.*, 2014). Insetos galhadores e lepidópteros, por exemplo, são fortemente influenciados pela temperatura (BHARDWAJ *et al.*, 2012; FERNANDES; PRICE, 1988; STEFANESCU; HERNANDO; PÁRAMO, 2004) e, no caso da vegetação do cerrado, a rigidez das folhas atua como uma forte barreira à colonização para muitos herbívoros (BARBOSA; FERNANDES, 2014).

Para os parasitoides, o acesso à água é importante à longevidade dos adultos e maturação dos ovos. Quanto mais estável for o clima do ecossistema e menor o ciclo de vida do hospedeiro, espera-se maior número de gerações do parasitoide por ano. No entanto, fatores como a disponibilidade de água potável ou fontes de néctar podem estar atrelados à periodicidade de algumas guildas (QUICKE, 2015). Numerosas anomalias estão associadas a habitats áridos (GAULD, 1984). Em áreas onde a água está menos disponível, muitos himenópteros parasitoides desenvolveram probóscides alongadas de várias formas, capacitando-os a alcançar o nectário de plantas com essa estrutura oculta, como várias Asteraceae (QUICKE, 2015).

Townes (1958) apontou que a umidade, muitas vezes na forma de orvalho da manhã, parece ser um fator limitante para os Ichneumonidae. Segundo Juillet (1969, 1964), os Ichneumonidae tendem a ser mais ativos em condições de temperatura moderada, alta umidade e baixa velocidade do vento, e os Braconidae, em condições de alta temperatura, baixa umidade e baixa velocidade do vento. Assim, desconsiderando a influência do vento (que é similar para ambas as famílias), presume-se que os Ichneumonidae no geral preferam ambientes mais frescos e úmidos e os Braconidae, ambientes mais quentes e secos. Nesse caso, espécimes das duas famílias frequentariam diferentes ambientes ao mesmo tempo, ou o mesmo ambiente em diferentes momentos (JUILLET, 1964). No entanto, como apontado pelo mesmo autor, existem

exceções e uma pequena parcela de Braconidae teria preferência pelo clima ideal para Ichneumonidae (e vice versa).

Nesse contexto, nossos resultados vão parcialmente ao encontro dessas suposições, uma vez que a fauna de Ichneumonoidea no campos estudados, comparados às matas, foi representada em maior proporção pelos Braconidae. A região da área estudada no PNSC é dominada por fitofisionomias campestres, o que poderia explicar ao menos em parte a maior abundância verificada aos Braconidae. Contudo, uma parcela significativa da fauna dessa família ocorreu nas matas de galeria, indicando a coexistência das duas famílias nesses ambientes. Tanto Ichneumonidae quanto Braconidae tiveram as menores abundâncias relacionadas ao período de menor temperatura do ponto de condensação registrada. Assim, pode ser que a umidade na forma de orvalho seja um fator limitante para as duas famílias no ambiente estudado.

#### 6.1.1.1. Métodos de coleta

Entre os métodos de coleta, a armadilha do tipo Malaise foi a que coletou o maior número de exemplares da superfamília, quase metade do total de exemplares (Tab. 5). Esse tipo de armadilha é o mais utilizado para a elaboração de inventários dos himenópteros presentes em uma área (SARMIENTO, 2006). Além da grande eficiência na interceptação do voo, a armadilha opera continuamente durante dia e noite, requerendo substituição do frasco coletor somente quando desejado. Seu êxito também está relacionado com a boa preservação do material coletado (no interior de um frasco suspenso), em comparação com as armadilhas de Moericke (susceptíveis à evaporação relativamente rápida do material contido no interior das bacias). Os dois tipos de armadilha, principalmente as de Moericke, têm a desvantagem do transbordamento causado por chuvas (ABREU; ZAMPIERON, 2009; MARCHIORI, 2016) ou de serem avariadas pelos animais locais.

Neste trabalho, grande parte dos Ichneumonoidea coletados em áreas de campo rupestre foram amostrados por armadilha Malaise, especialmente Braconidae, e um número relativamente baixo por armadilhas de Moericke. É possível que nos habitats campestres da região a armadilha Malaise represente o método mais eficiente na captura de membros da superfamília como um todo. Em comparação com formações florestais, os campos carecem de um dossel, estando constantemente expostos ao regime de sol e chuva. O vento é geralmente mais forte nesses ambientes, o que pode representar um fator limitante para os insetos com voo fraco. Como a coleta desses é também limitada com o uso de armadilhas Malaise (MARCHIORI, 2016), é provável que espécies de voo fraco (sobretudo de pequeno tamanho)

que ocorrem nos campos rupestres do PNSC não tenham sido suficientemente amostradas pelos métodos de coleta utilizados.

A armadilha luminosa foi um método bastante eficiente na coleta dos Ichneumonoidea considerando o uso de energia elétrica e lâmpadas fluorescentes. Pode ser que esse método seja favorecido pelo clima da região, que apresenta condições significativamente mais amenas no período noturno, favorecendo a atividade de muitos grupos de animais. As armadilhas com o uso lâmpadas de LED e bateria automotiva foram praticamente ineficazes na coleta dos insetos no geral. Isso muito provavelmente está relacionado à não emissão de luz UV pelas lâmpadas de LED, que tem sido relacionado à forte atração dos insetos (BARGHINI; MEDEIROS, 2012). Neste estudo, as lâmpadas de LED foram utilizadas por serem compatíveis com a bateria automotiva e facilmente encontradas, mas devem ser evitadas para a coleta de insetos.

### **6.1.2. Braconidae**

Cerca de 9.100 exemplares de 24 subfamílias de Braconidae foram amostradas no PNSC. Inventários de fauna para Braconidae no Brasil são relativamente escassos e nenhum estudo disponível foi encontrado para comparação realizado na região do Parque. Considerando outros estudos sob domínio do cerrado, Cirelli & Pentead-Dias (2003a) encontraram um número semelhante de subfamílias (22) coletadas com o uso de armadilha Malaise em remanescentes de floresta estacional semidecídua no estado de São Paulo. Marchiori & Pentead-Dias (2002), em um estudo em área de mata nativa em Goiás, listaram 10 subfamílias com o uso do mesmo método. Nenhum estudo conduzido em áreas típicas de vegetação aberta foi localizado.

As subfamílias mais abundantes neste estudo foram Doryctinae, Microgastrinae e Cheloninae. A subfamília Doryctinae forma um grupo extenso e muito diverso dentro de Braconidae, especialmente na região neotropical (WHARTON; MARSH, SHARKEY, 2017). A maioria das espécies é ectoparasitoide de coleópteros larvais, mas alguns grupos se tornaram fitófagos (formadores de galhas, ZALDÍVAR-RIVERÓN *et al.*, 2014), inquilinos de ninhos de cupim ou de frutos de figo (RAMIREZ; MARSH, 1996; VAN ACHTERBERG; MARSH, 2002), ou parasitoides de Embioptera (SHAW; EDGERLY, 1985). Os Microgastrinae são endoparasitoides exclusivos de lepidópteros e constituem um dos grupos mais diversos de Braconidae, com grande importância no sentido econômico (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017). Cheloninae é uma grande e homogênea subfamília e, similarmente, seus membros são endoparasitoides de lepidópteros (CHEN; VAN ACHTERBERG, 2019).

Essas três grandes subfamílias também foram encontradas entre as mais abundantes em diferentes estudos conduzidos na região neotropical, inclusive em áreas de cerrado (CIRELLI; PENTEADO-DIAS, 2003a; MARCHIORI; PENTEADO-DIAS, 2002; SILVA; ZAMPIERON, 2016).

#### 6.1.2.1. Distribuição temporal

O maior número de exemplares e subfamílias foi obtido no período chuvoso (Tab. 7, Fig. 16), especialmente na coleta 1 (final de novembro/início de janeiro), mas a abundância também foi relativamente alta no meio do período seco (coleta 8, julho/agosto) e final do período seco/início do chuvoso (coleta 10, setembro/outubro). Além da coleta 1, estimativas altas de riqueza também foram obtidas no meio do período seco (coleta 6, maio/junho) e no final (coleta 9, agosto/setembro). Portanto, um padrão distinto de sazonalidade na abundância e riqueza de subfamílias não foi identificado neste estudo, embora pareça existir uma tendência a maiores números no período úmido.

Diversos estudos encontraram maior abundância e riqueza de Braconidae no período úmido em áreas tropicais (GESSNER, 2016; GOMES, 2005; SHIMBORI, 2009; SOUZA, 2012; WOLDA, 1978, 1988). Arouca (2009) encontrou maior abundância dos Braconidae no período seco e início do chuvoso. Todos esses trabalhos foram desenvolvidos em ambientes tipicamente florestais. Cirelli & Penteado-Dias (2003a, b), analisando a fenologia dos Braconidae em áreas de vegetação aberta e fechada de cerrado no estado de São Paulo, encontraram uma abundância consideravelmente maior no período seco.

É um tanto esperado que os insetos da região tropical sejam mais ativos durante o ano todo quando comparados à fauna de clima temperado, exibindo picos menos definidos nos trópicos, analogamente ao padrão encontrado para os Braconidae estudados aqui. A estação chuvosa geralmente leva ao aumento de plantas no ambiente e, conseqüentemente, à maior disponibilidade de recursos que favorecem diversos grupos de insetos hospedeiros, incluindo dípteros, hemípteros, lepidópteros, himenópteros e coleópteros em estágios imaturos ou adultos (WOLDA, 1978, 1988).

Na estação seca, em contrapartida, maiores ofertas de alimento para os artrópodos podem ocorrer devido à menor perturbação ambiental (BOINSKI; FOWLER, 1989). Por exemplo, chuvas e ventos fortes podem comprometer a viabilidade de indivíduos que se alimentam expostos, como larvas de lepidópteros (FERNANDES, 2003; SOUZA, 2012).

Sob a perspectiva das relações tri-tróficas, condições de alta disponibilidade de plantas levam ao aumento do número de insetos fitófagos e saprófagos e, conseqüentemente, da

atividade dos parasitoides (FALCÓ-GARÍ; PERIS-FELIPO; JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014). Outros diversos fatores interferem na disponibilidade de hospedeiros para os parasitoides, em maior ou menor grau (capítulos 8 e 9 de QUICKE, 2015).

Metade das subfamílias encontradas neste estudo tiveram exemplares coletados em todos os períodos de coleta, uma foi registrada somente no período chuvoso e duas somente no período seco (Tab. 7). Além da preferência pelo hospedeiro (e habitat) e limitações fisiológicas, diferenças obtidas na distribuição temporal dos parasitoides podem estar associadas a restrições no uso de determinadas técnicas de amostragem. Por exemplo, nos períodos com eventos climáticos mais severos, como ventos fortes, a atividade de voo de muitos insetos é comprometida (EDWARDS; WRATEN, 1981; PIZZAMIGLIO, 1991) e isso provavelmente afeta de maneira significativa a fauna amostrada com o uso de Malaise (armadilha passiva de interceptação de voo), mas não necessariamente com o uso de armadilha luminosa (armadilha atrativa).

#### 6.1.2.2. Métodos de coleta

A armadilha Malaise foi o método mais eficiente na coleta de exemplares (abundância) e subfamílias (riqueza), sendo três subfamílias obtidas exclusivamente com o uso dessa armadilha. No entanto, a maior parte das subfamílias encontradas tiveram espécimes coletados com as três técnicas e o único exemplar de Rhyssipolinae obtido foi coletado com armadilha de Moericke. Esses resultados reforçam a importância do uso de diferentes métodos para a coleta dos Braconidae, dada sua complementariedade, conforme apontado por especialistas (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

Espécimes de Meteorinae, Rogadinae e Homolobinae são majoritariamente coletados com o uso de armadilha luminosa (WHARTON; MARSH, SHARKEY, 2017), mas, neste estudo, 92% dos Homolobinae foram amostrados com Malaise e nenhum exemplar foi coletado com luminosa, e para os Rogadinae, a armadilha luminosa foi tão eficiente quanto a Malaise. Assim, sugerimos que as preferências ambientais desses parasitoides esteja atuando no resultado encontrado, uma vez que a maior parte dos Homolobinae e Rogadinae foi coletada em campo rupestre e, nessa fitofisionomia, a armadilha Malaise foi a técnica de coleta usada mais eficiente. Contudo, é possível que a ineficiência amostral relacionada aos pontos 2 e 3 (com o uso de armadilhas luminosas equipadas com lâmpadas de LED e bateria automotiva) também esteja influenciando nesse resultado.

Apesar dessa baixa eficiência de coleta, a fauna amostrada por armadilhas luminosas no geral levou a uma estimativa de diversidade semelhante à calculada para Malaise (pelo índice

de Shannon, Tab. 9) ou ligeiramente superior (pelo índice de Simpson). Representando uma parte importante da diversidade amostrada, esse método parece ser bastante promissor na coleta dos Braconidae na região estudada.

Em contraste, as armadilhas de Moericke resultaram na menor estimativa de diversidade de subfamílias, devido à baixa homogeneidade (equitabilidade) na abundância das subfamílias amostradas com esse método. A dominância dos táxons mais abundantes, predominantemente Doryctinae, pode explicar esse resultado. Apesar da baixa diversidade calculada, esse método representou grande importância na captura dos Alysiinae (67%), Doryctinae (76%) e Pambolinae (92%). Por outro lado, nenhum exemplar de Ichneutinae, Macrocentrinae e Orgilinae foi capturado com o uso dessa técnica.

Pode-se esperar que os parasitoides com hábitos associados ao solo ou baixos estratos vegetais sejam mais propensos à coleta com o uso de Moericke (SARMINETOI, 2006). Os Doryctinae são frequentemente amostrados em troncos em decomposição, e Alysiinae associados ao solo em diversos habitats em decomposição (WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017). Portanto, a coleta de indivíduos desses grupos com o uso de armadilhas de Moericke pode ser favorecida.

Já membros de Pambolinae utilizam como hospedeiros coleópteros da família Chrysomelidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), uma das maiores famílias de besouros. As larvas desses coleópteros são fitófagas, encontradas se alimentando interna e externamente de uma grande variedade de tecidos de plantas (CASARI; IDE, 2012).

Alysiinae, Doryctinae e Pambolinae tiveram em comum a maior parte dos exemplares obtidos em áreas de mata de galeria, o que pode ter favorecido a coleta com o uso de Moericke. Portanto, para a fauna da região estudada, os grupos mais distribuídos nas áreas de campo rupestre parecem estar mais propensos a serem obtidos com o uso de armadilha Malaise e as armadilhas de Moericke parecem ser consideravelmente mais eficientes nos ambientes de mata.

#### 6.1.2.3. Distribuição espacial e influência das fitofisionomias amostradas

Um padrão de distribuição espacial distinto (em relação aos pontos de coleta e/ou áreas amostradas) não foi identificado e a maior parte das subfamílias foi coletada nos três pontos de coleta (Tab. 9). No entanto, as estimativas de diversidade foram consideravelmente mais altas para os pontos 1 e 3, representadas majoritariamente pela alta diversidade de suas respectivas áreas de campo rupestre (áreas II e VI). Isso pode estar associado ao alto grau de endemismo vegetal encontrado nesses habitats (proximidades ao alojamento “Jaguarê” e parte alta da Casca D’Anta, pontos 1 e 3 respectivamente, conforme MMA; IBAMA, 2005; ROMERO;

NAKAJIMA; 1999). Todavia, uma caracterização ambiental detalhada do ponto 2 não está disponível e tal suposição requer estudos mais detalhados dos ambientes amostrados.

Embora o maior número de indivíduos e subfamílias tenha sido coletado em mata de galeria, maiores estimativas de diversidade e equitabilidade foram obtidas para o campo rupestre. Nas matas de galeria, a dominância de determinados táxons foi maior (principalmente dos Doryctinae coletados por Moericke e Microgastrinae por Malaise, representando 35% de todos os Braconidae), o que poderia explicar esse resultado.

A partir da análise de agrupamento (Fig. 17), encontramos uma maior similaridade (ou menor distância) entre amostras provenientes do mesmo tipo vegetacional, e a composição de subfamílias entre mata de galeria e campo rupestre foi distinta. Vale ressaltar que uma generalização para ambientes campestres (ou abertos) vs. florestais requer a inclusão de outros tipos vegetacionais análogos e em associação aos ambientes estudados aqui, como campos limpos, capões de mata e matas ciliares.

Espécimes de três subfamílias foram amostradas somente em matas de galeria (Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhysalinae), enquanto todos os Miracinae foram obtidos em campo rupestre. As subfamílias exclusivas de mata tiveram os menores números de exemplares amostrados, podendo sugerir que são grupos relativamente raros e/ou de distribuição restrita na região estudada.

A maior umidade conferida nas matas, em comparação com os campos rupestres, pode ser o principal fator (ou um dos principais) relacionado ao maior número de parasitoides encontrados nos ambientes florestais. Sabe-se que a umidade pode favorecer diversos grupos de insetos hospedeiros através da disponibilidade de recursos (por exemplo, FALCÓ-GARÍ; PERIS-FELIPO; JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014).

É bem conhecido que os Braconidae são organismos altamente especializados, tendendo a se alimentar de uma gama muito estreita de hospedeiros (WHARTON; MASH; SHARKEY, 2017), frequentemente incluindo importantes adaptações biológicas e comportamentais (SHAW; HUDDLESTON, 1991). Estudos sugerem que a natureza xeromórfica do cerrado abriga uma fauna altamente diversificada de Braconidae ocupando nichos ocultos em tecidos vegetais, embora a biologia desses parasitoides ainda seja muito pouco conhecida.

Por exemplo, Silva & Zampieron (2016) registraram membros de 6 subfamílias de Braconidae emergindo de frutos da leguminosa *Stryphnodendron adstringens* na região do PNSC. Nascimento & colaboradores (2014) encontraram uma alta diversidade de Braconidae associada a capítulos de Asteraceae no cerrado brasileiro (12 subfamílias) e sugerem que o acúmulo de espécies de parasitoides em plantas seja determinado principalmente pela

comunidade regional de plantas, em vez do número de espécies de herbívoros associados a essas.

Miracinae, a única subfamília coletada exclusivamente em campo rupestre neste estudo, constitui uma pequena subfamília dentro de Braconidae (WHITIFIELD, 2017). Suas larvas são endoparasitoides e todos os registros de biologia constam de hospedeiros minadores de folha, usualmente pequenos lepidópteros Nepticulidae ou Heliozelidae, mas também alguns Gracillariidae e Tischeriidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Entre as famílias de plantas utilizadas por esses lepidópteros, que ocorrem comumente nos campos rupestres estudados (de acordo com MMA; IBAMA, 2005; ROMERO; NAKAJIMA, 1999), podem ser destacadas: Asteraceae, utilizada por Gracillariidae e Tischeriidae (BRITO *et al.*, 2016; DUARTE *et al.*, 2012) e Ericaceae, por Tischeridae e Nepticulidae (DUARTE *et al.*, 2012). Assim, é possível que a predominância desses parasitoides nos campos rupestres esteja diretamente relacionada à distribuição das plantas hospedeiras dos lepidópteros atacados.

#### 6.1.2.4. Influência das variáveis ambientais na abundância e riqueza de subfamílias de Braconidae amostradas com armadilhas de Moericke

A partir da fauna obtida com o uso de armadilhas de Moericke, associações entre abundância e riqueza de subfamílias com os dados de temperatura do ar não foram consideradas significativas, apesar de levarem a valores de  $p$  marginais. A abundância e a riqueza variaram numa faixa mais ampla de temperatura (do ar) nos campos rupestres do que nas matas de galeria (Fig. 18), o que pode refletir a adaptação da fauna a uma maior variação climática local, frequentemente relacionada às formações abertas.

Em relação à umidade relativa do ar, os resultados indicaram uma associação positiva com a abundância ( $\rho = 0,45$ ,  $p < 0,001$ ) e com a riqueza ( $\rho = 0,35$ ,  $p < 0,01$ ) de subfamílias. Quando observamos o padrão geral dessas variáveis ambientais (Fig. 14, 15), nota-se que a diferença na umidade relativa média entre campo rupestre e mata de galeria é relativamente maior do que a diferença na temperatura média desses dois ambiente. De fato, o resultado da ANOVA para umidade foi mais robusto estatisticamente do que para temperatura. Isto é, a umidade relativa do ar, quando comparada à temperatura do ar, difere em maior grau entre mata de galeria e campo rupestre, e parece estar afetando mais diretamente o padrão de distribuição dessa fauna, especialmente a abundância. Vale ressaltar, no entanto, que essa interpretação não deve ser extrapolada para os outros métodos de coleta utilizados.

### 6.1.3. *Alysiinae*

Apesar de não estar entre as subfamílias mais abundantes de Braconidae coletadas no PNSC, os Alysiinae demonstraram uma alta diversidade de morfoespécies, com representantes em todas as áreas e períodos de coleta. Gêneros relativamente raros ou pouco registrados na região neotropical foram encontrados, como *Idiasta* e *Coelinius*. Poucos estudos se referiram a inventários de fauna para Alysiinae no Brasil (por exemplo, AROUCA, 2005; CERÂNTOLA, 2015) e esses foram realizados em áreas típicas de floresta. Nenhum estudo realizado no domínio do cerrado ou em ecossistemas de campos rupestres (*s. l.*) foi encontrado para comparação.

#### 6.1.3.1. Distribuição temporal

Embora os Alysiinae sejam obtidos de vários tipos de habitats, muitos registros publicados se referem a espécies associadas com esterco, carcaças, fungos e outros substratos em decomposição. Relativamente poucas espécies de Alysiinae têm sido coletadas em sistemas de cultivo e isso pode ser explicado, ao menos parcialmente, pela tendência do grupo a evitar climas quentes e secos, opostamente ao que Juilliet (1964) encontrou para os Braconidae no geral (WHARTON, 1984).

A maior parte da abundância e riqueza de gêneros e morfoespécies ocorreu no período chuvoso, a partir de matas de galeria (Tab. 10). Assim, o padrão de abundância encontrado para os Alysiinae neste estudo foi mais similar ao verificado para os Ichneumonidae (TOWNES, 1958; JUILLET, 1964) do que a outros Braconidae, assim como encontrado por Wharton (1984).

Tem sido notado que os Alysiinae não são ativos sob condições muito áridas ou de temperaturas muito baixas e dados limitados disponíveis a partir da fauna neártica sugerem que alguns grupos façam diapausa durante o período quente e seco/frio e úmido (WHARTON, 1984). Os espécimes de *Alysia manducator* (Panzer, 1977) emergem durante a primavera e outono, com longos períodos de diapausa ou quiescência no inverno e verão (GRAHAM-SMITH, 1919), necessitando de temperaturas muito baixas para retornar às atividades (VINOGRADOVA; ZINOVJEVA, 1972). Estudos com populações tropicais não estão disponíveis e nenhum mecanismo de diapausa e/ou quiescência é conhecido para espécies típicas dessa região.

#### 6.1.3.2. Proporção sexual

Neste estudo, a proporção sexual dos espécimes de Alysini foi variável entre os gêneros. *Idiasta* foi o único grupo com proporção de 1:1, embora esse resultado possa estar enviesado pelo baixo número amostral obtido para o gênero. Enquanto diversos estudos mostram uma proporção sexual próxima de 1:1 entre espécies de Alysini (DREA; JEANDEL; GRUBER, 1982; GRAHAM-SMITH, 1916, 1919; WHARTON, 1984), Graham-Smith (1916, 1919) verificou uma considerável variação em *A. manducator* amostrada em campo, com uma maior proporção de machos, e Salkeld (1959) encontrou maior proporção de fêmeas de *A. pallipes* a partir de criação em laboratório. Uma possível relação entre proporção sexual e tamanho do hospedeiro é sugerida (HOLDAWAY; FAIRFIELD SMITH, 1932), embora nenhum trabalho tratando sobre esse aspecto da biologia de Alysini esteja disponível até o momento (WHARTON, 1984).

Dados da literatura mostram machos de diferentes espécies observados emergindo antes das fêmeas. Wharton (1984) observou que as fêmeas são atraídas pelos micro-habitat do hospedeiro e os machos não. Assim, acredita-se que os machos permaneçam agrupados em uma área após a emergência, enquanto as fêmeas tendem a se dispersar. Isso também explicaria a braquipteria em grande parte confinada aos machos. No entanto, como apontado pelo mesmo autor, estudos adicionais são ainda necessários nesse sentido.

#### 6.1.3.3. Métodos de coleta e estimativas de riqueza

Os exemplares Alysini foram majoritariamente amostrados com o uso de armadilhas de Moericke (Tab. 11 e 12), mas os três métodos de coleta resultaram em altos índices de diversidade estimados, especialmente considerando o índice de Simpson que não dá peso à grupos raros (MELO, 2008). Através do índice de Shannon, maiores estimativas de diversidade foram obtidas com armadilhas de Moericke e Malaise. Esse índice difere do de Simpson por dar algum peso à grupos raros: quanto maior a proporção de grupos raros, menor seu valor (MENDES *et al.*, 2008).

Com base nisso, a armadilha luminosa parece ser útil na coleta de morfoespécies de Alysini pouco representadas pelos outros dois métodos. De fato, quando comparamos as estimativas de diversidade (pelo índice de Shannon) entre os métodos de coleta e a diversidade total estimada ao PNSC (Tab. 12), um considerável incremento na última é observado. Assim, a utilização dos três métodos contribuiu para a composição da diversidade total do grupo estudado (como é sugerido para os Braconidae no geral, segundo WHARTON, 2017).

Muitas espécies de Alysiinae de voo rápido e forte ocorrem (ALTON, 1920). Para essas, no entanto, a atividade fora do micro-habitat do hospedeiro geralmente consiste em uma série de voos curtos através ou logo acima dos estratos herbáceos (WHARTON, 1984). Esse comportamento poderia facilitar a coleta de exemplares com o uso de armadilhas do tipo Moericke.

É difícil separar a influência da luz e da temperatura nos padrões de atividade diária dos Alysiinae, pois poucas observações foram feitas. Muitos trabalhos mencionam apenas atividade diurna para o grupo (WHARTON, 1984). *Idiasta longicornis* (Provancher, 1886) e *Phaenocarpa raptatrix* Fischer, 1974 foram observadas forrageando no início da manhã (a última acima de 10 °C) por Wharton (1984). Merritt & Anderson (1977) sugeriram a atividade noturna de *Aphaereta pallipes* e Wharton (1984) observou a mesma espécie em atividade diurna. Apesar de nossos resultados indicarem um número relativamente baixo de exemplares coletados com armadilhas luminosas, seis dos nove gêneros de Alysiinae registrados no PNSC foram amostrados por esse método: *Asobara*, *Aspilota*, *Dinotrema*, *Phaenocarpa*, Gênero. nov. 1 e Gênero nov. 2. Podemos supor, então, que espécies de diferentes gêneros sejam ativas no período noturno.

As curvas de acumulação de morfoespécies (em função do acúmulo de indivíduos, Fig. 20A) permitiram a avaliação do esforço amostral empregado. As curvas resultantes para os três métodos parecem distantes de alcançar uma assíntota, especialmente para as armadilhas luminosa e Malaise. Isso significa que o aumento do esforço de coleta está implicando em um aumento significativo do número de morfoespécies registradas. É provável que uma parcela considerável da riqueza da área estudada não tenha sido amostrada pelas técnicas utilizadas.

A curva baseada no número de amostras (Fig. 20B) mostra que a maior riqueza de morfoespécies tende a ser obtida com o uso de armadilhas de Moericke, especialmente quando se considera mais de 3 amostras (ou áreas de amostragem). Ou seja, quanto maior o número de amostras, maior parece ser a diferença entre a riqueza amostrada com o uso de Moericke e os outros métodos.

As estimativas de riqueza total para a área estudada, quando considerados os índices que dão algum peso a espécies raras (Jackknife e Chao), indicaram números maiores que 100, chegando a 163 com o estimador Chao2. Este estimador considera o número de *uniques* e *duplicates* (morfoespécies registradas em apenas uma e duas áreas amostradas respectivamente). O elevado número de *uniques* obtido neste estudo (47) explica essa estimativa discrepante. Por outro lado, o estimador Bootstrap forneceu uma estimativa mais conservadora, de 80 morfoespécies, pois não diferencia grupos raros. Dessa forma, ao menos

cerca de 20 morfoespécies da subfamília presentes na área estudada não foram amostradas pelos métodos utilizados.

#### 6.1.3.4. Distribuição espacial e influência das fitofisionomias amostradas

Similarmente ao encontrado para os Braconidae, os maiores valores de diversidade foram relacionados aos pontos 1 e 3 (Tab. 12). Essas áreas estão situadas em regiões altamente preservadas no PNSC (MMA; IBAMA, 2005), o que pode estar influenciando a distribuição desses parasitoides. No entanto, opostamente ao verificado para os Braconidae, a alta diversidade desses pontos não foi atrelada às áreas de campo rupestre, mas às matas de galeria (matas I e V).

Neste estudo, os espécimes de *Asobara*, *Phaenocarpa* e Gênero nov. 2 (amostrados exclusivamente nas matas I e V) e *Idiasta* e Gênero nov. 1 (exclusivamente na mata I) foram relativamente mais restritos que *Dinotrema*, *Aspilota* e *Aphaereta*. Assim, é possível que os primeiros sejam mais sensíveis às condições do ambiente e/ou seus hospedeiros.

Os Alysiiinae no geral têm uma certa tendência a restrição de hospedeiros, particularmente dentro de uma única população. Isso pode ser explicado pela atração dos parasitoides ao micro-habitat do hospedeiro durante períodos discretos, isto é, quando apenas um número limitado de espécies de hospedeiros está disponível (WHARTON, 1984). Poucas espécies são conhecidas por utilizarem mais de uma família e até mesmo os Alysiiinae relatados como polípagos têm fortes preferências (*Aphaereta pallipes* (WINGO, 1970), *Asobara tabida* Nees (VAN ALPHEN; JANSSEN, 1981), *Gnathopleura cariosa* Marsh, 1968 (LINDQUIST, 1940)).

Apesar dos registros de temperatura e umidade relativa registrados resultarem significativamente distintos entre mata de galeria e campo rupestre, e cerca de 2/3 dos exemplares de Alysiiinae terem sido coletados com armadilhas de Moericke), a abundância e riqueza de morfoespécies não foram significativamente correlacionadas às variáveis ambientais. Como observado, cerca de 90% da abundância e riqueza de morfoespécies foi relativa a áreas de mata, indicando a preferência desse grupo por ambientes mais úmidos e temperaturas mais amenas. Pode ser que o baixo número amostral obtido nas áreas de campo rupestre esteja enviesando o resultado obtido com o teste de correlação proposto e este seja, portanto, inadequado para explicar as relações das variáveis estudadas, o que não significa que tais relações inexistam.

É bem conhecido que muitos fatores podem afetar a disponibilidade de micro-habitats específicos. Depois que um habitat adequado é localizado por um parasitoide, seu hospedeiro precisa então ser encontrado. Os hospedeiros dípteros ciclorrafos dos Alysiiinae são usualmente

ocultos, especialmente aqueles que se reproduzem em esterco, carcaças e fungos. Estudos mostraram que existem estágios de decomposição definidos para os quais determinadas espécies são atraídas por esses substratos (por exemplo, HACKMAN; MEINANDER, 1979; VET *et al.*, 1983). Os Alysinae devem, portanto, chegar a esse substrato durante um período específico, quando hospedeiros aceitáveis ainda estão disponíveis.

A duração dos diferentes estágios de decomposição varia com a estação do ano, temperatura local, condições de umidade, e costumam ser muito curtos, deixando pouco tempo para colonização. *Alysiasta caltagironei* Wharton, 1980 é atraída por estrume recém colocado, pois uma superfície não muito rígida é requerida para sua oviposição (WHARTON, 1984). Similarmente, larvas em iscas de carne expostas em áreas sombreadas foram mais fortemente parasitadas do que larvas expostas ao sol (GRAHAM-SMITH, 1916, 1919; WHARTON, 1984). A temperatura e a umidade local, portanto, influenciam diretamente no tempo de disponibilidade do substrato.

## 6.2. PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS

### 6.2.1. *Alysiinae*

No PNSO foi amostrado um número relevante de exemplares e gêneros de *Alysiinae* para o Brasil. Muitos trabalhos mostram que *Alysiinae* é um grupo diverso e abundante em áreas de mata atlântica (AROUCA, 2005; CERÂNTOLA, 2015; YAMADA, 2001) e, provavelmente, é uma das principais subfamílias de Braconidae encontradas em florestas atlântica de altitude (GESSNER, 2016; GOMES, C., 2011; GOMES, S., 2005; YAMADA, 2006).

Somente um gênero da subfamília entre os 10 relatados no Parque Nacional do Itatiaia não foi amostrado no PNSO, a saber, *Coelinius* (CERÂNTOLA, 2015; GESSNER, 2016). Em contrapartida, três gêneros ocorreram no PNSO e não foram registrados no Parque Nacional do Itatiaia pelos referidos estudos: *Gnathopleura*, *Ilatha* e *Orthostigma*. Isso pode indicar que as montanhas do PNSO abriguem uma fauna um tanto distinta de outras regiões correlatas.

#### 6.2.1.1. Distribuição temporal

A abundância dos *Alysiinae* foi variável em relação aos períodos amostrados (Fig. 22). Apesar de o maior número de indivíduos ter sido relacionado ao mês de janeiro e o menor ao mês de agosto, a abundância foi relativamente alta em maio e julho (início período seco) e relativamente baixa em março (final do período chuvoso). Já quando consideramos a distribuição temporal da riqueza de gêneros (Tab. 13), é possível identificar uma tendência mais

clara a números maiores no período chuvoso (de 9 a 12 gêneros), em relação ao período seco ou transicional (de 7 a 8 gêneros).

De maneira similar, Yamada (2001) estudando a fauna de Braconidae em uma área de mata atlântica no estado de São Paulo, encontrou maior abundância de Alysiinae associada ao período úmido, mas em um dos cinco pontos estudados a abundância foi maior no período seco e em outro, equivalente nos dois períodos.

Sabe-se que diversos fatores podem afetar a fenologia dos parasitoides. Os Braconidae em ambiente de montanhosos parecem ser fortemente influenciados pela composição do habitat (FALCÓ-GARÍ; PERIS-FELIPO; JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2014).

#### 6.2.1.2. Distribuição altitudinal

Grande parte dos exemplares (90%) foi coletada acima de 800 m de altitude, principalmente em áreas entre 1.650 e 2.170 m de altitude (Tab. 14 e 15). A maior riqueza de gêneros (11) foi obtida a cerca de 1.500 m (no ponto 10), mas as maiores estimativas de diversidade foram relacionadas aos pontos de 1 a 6, situados entre 140 e 870 m de altitude, e ponto 15 (2.150 m). Para essas áreas, a uniformidade relativamente alta parece estar refletindo a menor proporção de *Dinotrema* amostrados, isto é, menor dominância desse táxon em comparação com os pontos 7 a 14.

Em contrapartida, quando excluímos *Dinotrema* dessas análises e a diversidade entre os pontos é comparada sem o viés da sua dominância, obtemos a maior diversidade estimada para a área do ponto 10 (1.500 m), onde foi amostrada a maior riqueza de gêneros. A diversidade do ponto 7 (950 m) também foi relativamente mais alta sem *Dinotrema*, aumentando de 0,38 para 0,91 pelo índice de Simpson. Os pontos 4 e 5 (cerca de 550 a 700 m), por sua vez, continuaram entre os mais diversos e, provavelmente, abrigam uma parte importante da fauna representada.

Uma associação positiva entre a altitude e a abundância dos Alysiinae foi identificada ( $\rho = 0,58$ ,  $p < 0,001$ ; Fig. 24). Mesmo quando desconsideramos a abundância de *Dinotrema*, as variáveis apresentam associações significativas no intervalo de confiança testado, apesar do grau de associação e nível de significância serem relativamente menores quando excluímos esse grupo. Portanto, os Alysiinae parecem ter uma preferência por ambientes mais elevados na região estudada, assim como verificado por outros trabalhos. Cerântola (2015), estudando a fauna de Alysiinae do Parque Nacional do Itatiaia (RJ) a partir de quatro áreas de altitude de 987 m a 2.206 m, encontrou maiores abundâncias de Alysiinae em áreas mais elevadas (2.176 e 2.206 m) e riqueza de gêneros variável. Gessner (2016) adicionando dados aos analisados por Cerântola (2015), mostrou que grande parte da abundância dos Alysiinae estava distribuída em

ambientes de altomontana, em altitudes de cerca de 1.700 a 2.200 m. Por outro lado, Gomes (2011) analisando a fauna de Braconidae no PNSO, encontrou Alysiinae entre as subfamílias mais abundantes, mas nenhuma preferência por áreas elevadas foi identificada, embora esse estudo não tenha focado em área de altitudes.

Segundo Sota (1996), a distribuição altitudinal dos parasitoides pode estar mais fortemente ligada às suas tolerâncias e preferências de temperatura e umidade do que à distribuição de recursos ao longo do gradiente. O tipo de vegetação também é um fator determinante para a diversidade e distribuição dos parasitoides nesses ambientes (MORRIS; SINCLAIR; BURWELL; 2015) e o aumento da complexidade estrutural do ambiente parece favorecer esses organismos (MARINO; LANDIS, 1996).

O solo é um dos aspectos que variam em relação às diferentes fitofisionomias encontradas no PNSO. A formação baixo-montana (que predomina abaixo de 500-800 m de altitude) é caracterizada por solos profundos, apesar da fina camada de serapilheira. Já as florestas montana, que predominam entre 600 e 1.600 m de altitude e compõe a maior parte do PNSO, são de solos muito profundos e camada de serapilheira espessa (RIZZINI, 1979). Similarmente, a vegetação alto-montana (que ocorrem a partir de 1.300, mas predominantemente entre 1.600-1.800 m) é caracterizada por um maior acúmulo de matéria orgânica no solo como efeito das menores temperaturas em altitudes elevadas e comporta altos níveis de endemismo vegetal. Predominantemente acima de 1.800 m de altitude são encontrados os campos de altitude, ambientes de solo raso e pouca matéria orgânica disponível e taxas muito altas de endemismo de espécies vegetais (ICMBio, 2008; MARTINELLI, 1996).

A umidade e a temperatura parecem influenciar por diferentes vias a distribuição dos Alysiinae. Maior disponibilidade de matéria orgânica no solo favorece a ocorrência de diferentes grupos de insetos que se alimentam em material em decomposição, como grande parte dos hospedeiros de Alysiinae. Então, é possível que o baixo aporte de matéria orgânica disponível nas florestas em altitude mais baixas seja um fator limitante para alguns membros dessa fauna na área estudada.

Nas altitudes mais elevadas, onde há maior influência dos campos de altitudes, a vegetação é predominantemente herbáceo-arbustiva e se desenvolve sobre os afloramentos rochosos. A redução da complexidade estrutural da vegetação (em comparação com as áreas florestais do entorno) conforme o aumento da altitude pode ser um fator limitante à distribuição de muitos insetos, especialmente no período seco.

É válido ressaltar que ambientes incluindo diferentes faixas de altitude foram importantes para a composição da fauna amostrada neste estudo. Por exemplo, *Alysia* foi coletado

exclusivamente no ponto 12 (1.800 m de altitude); *Gnathopleura* no ponto 10 (1.460 m) e *Orthostigma* no ponto 3 (350 m). *Ilatha*, por sua vez, ocorreu em áreas de 1.200 a 1.800 m de altitude. Nossas estimativas de diversidade (desconsiderando *Dinotrema*) apontaram valores relativamente altos em áreas de 550-700 m de altitude e, para o ponto mais alto (2.150 m), a diversidade estimada foi alta quando comparada aos quatro pontos mais próximos a ele (11 a 14).

#### 6.2.1.3. Suficiência amostral e estimativas de riqueza

A curva de acumulação de gêneros mostrou certa estabilidade, mas não atingiu uma assíntota (Fig. 23). É esperado que, conforme o número de amostras aumente, o número de gêneros atinja uma assíntota mais cedo do que o número de espécies (GOTELLI; COWELL, 2001). Nossos resultados indicam que o número de gêneros registrados na área estudada representa grande parte do número existente, porém não todo. Outra interpretação que decorre dessa ideia é que a amostragem adequada visando níveis taxonômicos inferiores necessitaria, muito provavelmente, de um maior esforço amostral, embora somente análises mais refinadas (envolvendo espécies ou categoria similar) possam verificar tal suposição.

As estimativas de riqueza total de gêneros na área estudada indicaram que há de 17 e 19 gêneros. Portanto, entre 3 a 5 gêneros presentes na área estudada não teriam sido amostrados neste estudo. Isso provavelmente está relacionado ao uso de um único método de coleta levando à seletividade de grupos, o que reforça a necessidade de mais de uma técnica de amostragem para uma representação adequada da composição faunística (conforme sugerido por WHARTON; MARSH; SHARKEY, 2017).

### 6.3. GÊNEROS DE ALYSIINAE

Tanto no PNSC como no PNSO, *Dinotrema*, *Aspilota* e *Aphaereta* foram os gêneros mais abundantes. *Dinotrema* é o maior gênero e mais comumente coletado dentro de Alysiinae (WHARTON, 2017), aproximadamente 430 espécies descritas no mundo (PERIS-FELIPO, BELOKOBYSKIJ, 2018). Apesar de numerosos exemplares de *Dinotrema* terem sido amostrados em diversos estados brasileiros (São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco, segundo AROUCA, 2005; YAMADA, 2001, 2006), espécies do gênero que incluem registro científico são conhecidas apenas da região sul do país (Santa Catarina e Paraná) (PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIJ, 2018). Isso reforça a suposição de

que há uma grande lacuna no conhecimento desse gênero para a região neotropical, em especial considerando os diferentes ambientes que compõe o Brasil.

Similarmente, *Aspilota* está entre os maiores gêneros de Alysiiinae, com cerca de 250 espécies conhecidas no mundo (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Apesar de frequentemente coletado no neotrópico, apenas quatro espécies são formalmente registradas nessa região (WHARTON, 2017; YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Nenhum registro de espécie para o Brasil foi localizado.

*Dinotrema* e *Aspilota* foram os gêneros mais dominantes em ambas as UCs estudadas. No entanto, a dominância de *Dinotrema* no PNSC no geral foi muito menor quando comparada à dominância desse gênero no PNSO: 39% dos Alysiiinae coletados no PNSC são *Dinotrema*, contra 70% dos Alysiiinae do PNSO. Opostamente, a dominância de *Aspilota* foi maior no PNSC (28%) em comparação com o PNSO (17%).

Os gêneros *Dinotrema* e *Aspilota* utilizam quase exclusivamente hospedeiros da família Phoridae (Diptera) ocorrendo em matéria orgânica em decomposição, mas dípteros Platypezidae em fungos também são atacados. Muitos registros de habitat incluem fungos e diferentes materiais em decomposição, como corpos animais (moluscos, artrópodos) e tecido vegetal (WHARTON, 1984).

Phoridae é possivelmente uma das maiores famílias de Diptera, com estimativas de cerca de 5.000 espécies existentes no Brasil, embora essa fauna seja pobremente conhecida. É considerado um dos grupos com biologia mais variada entre todos os insetos e são encontrados em diferentes tipos de ambientes: corpos em decomposição, flores, fungos, diferentes tipos de ninhos (roedores, aves, vespas, cupins, formigas) e em cavernas (CARVALHO *et al.*, 2012).

É possível que a enorme heterogeneidade de habitats (e micro-habitats) característica dos ambientes estudados esteja contribuindo para a dominância de *Dinotrema* e *Aspilota*. Recentemente, Ament & Amorim (2010) contribuíram com a descrição de quatro novas espécies de Phoridae em áreas de mata atlântica, sendo uma delas do Parque Estadual do Desengano (RJ). Mais estudos na mata atlântica, especialmente em áreas de altitude, poderão fornecer dados para a compreensão dos padrões de distribuição desses parasitoides e suas preferências de hospedeiros no neotrópico.

No PNSC, apesar da dominância de *Dinotrema* e *Aspilota*, o gênero *Aphaereta* foi o mais amplamente distribuído, presente em cinco das seis áreas estudadas, registrado em quase todos os períodos amostrados e com uma riqueza de morfoespécies relativamente alta. *Aphaereta* é frequentemente coletado no mundo todo e inclui uma grande variedade de hospedeiros (WHARTON, 2017). No Brasil, o gênero foi citado como um dos parasitoides

predominantemente coletados em vários substratos nos estados de Goiás e Minas Gerais (MARCHIORI *et al.*, 2004; MARCHIORI; PENTEADO-DIAS, 2002; MARCHIORI; PEREIRA; FILHO, 2003; SILVA, 2007). Muitas espécies de *Aphaereta* são gregárias (FIGG; HALL; THOMAS, 1983), o que pode explicar, ao menos em parte, sua alta frequência de ocorrência.

No PNSO, *Dinotrema*, *Aspilota* e *Aphaereta* foram os gêneros coletados em todos os períodos de coleta. Esses gêneros também foram os mais comumente encontrados no Parque Nacional do Itatiaia (CERÂNTOLA, 2015; GESSNER, 2016), região com aspectos de vegetação e elevação similares aos do PNSO. Yamada (2006) encontrou maiores abundâncias de *Dinotrema* e *Aphaereta* entre os Alysiinae a partir de diversos remanescentes de mata atlântica no Brasil. Similarmente, Luna (2009) estudando os Alysiinae da Colômbia, obteve os maiores números de exemplares associados a *Dinotrema*, *Aspilota* e *Aphaereta*. Com base nisso, é provável que tais gêneros sejam bem distribuídos em florestas neotropicais.

*Asobara* foi o quarto gênero mais abundante no PNSC. Membros do gênero foram registrados associados com larvas frugívoras em áreas de cerrado no Mato Grosso do Sul (UCHÔA-FERNANDES *et al.*, 2003) e em uma região de cerrado-caatinga em Minas Gerais (SOUZA *et al.*, 2012). Recentemente, Peris-Felipo, van Achterberg & Belokobylskij (2019) revisaram as espécies afrotropicais de *Asobara* e descreveram 25 novas espécies para a região, o que representa mais que o dobro do número de espécies até então conhecidas no mundo. Esses achados sugerem que a fauna do gênero seja muito diversa nos ambientes tropicais, apesar de pouco conhecida. Atualmente, apenas cinco espécies são registradas na região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016).

*Phaenocarpa* foi o quarto gênero mais abundante no PNSO e pouco comum no PNSC (com apenas 2 exemplares coletados). Em outros estudos em mata atlântica, *Phaenocarpa* esteve entre os gêneros mais abundantes da subfamília (AROUCA, 2005; YAMADA, 2001, 2006). Esse gênero é bastante especioso, sobretudo em clima temperado e boreal, com cerca de 230 espécies descritas no mundo, (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Ainda que seja um dos gêneros com o maior número de espécies de Alysiinae conhecidas na região neotropical (AROUCA; PENTEADO-DIAS, 2006, 2011; AROUCA; VAN ACHTERBERG; PENTEADO-DIAS, 2004; BRAET; VAN ACHTERBERG, 2003; TROSTLE *et al.*, 1999), pouca informação sobre a distribuição dessas espécies está disponível.

Até o momento, oito espécies de *Phaenocarpa* são conhecidas no Brasil (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), frequentemente amostradas em ambientes florestais. *Phaenocarpa brasiliensis* Arouca & Penteado-Dias, 2006 é a única espécie registrada no

domínio do cerrado, em Goiás e Minas Gerais (AROUCA; PENTEADO-DIAS, 2006). A biologia dessas espécies é muito pouco conhecida, exceto pela espécie *Phaenocarpa neosilbae* Arouca & Penteado-Dias, 2011 em associação com larvas de *Neosilba perezii* (Diptera, Lonchaeidae) (AROUCA; PENTEADO-DIAS, 2011).

Espécies holárticas de *Phaenocarpa* têm sido criadas frequentemente em associação com dípteros Calyptratae encontrados em habitats tais como fungos, esterco, capítulo de flores e outras estruturas portadoras de sementes. Algumas espécies também foram registradas de Drosophilidae e Sciomyzidae (TROSTLE *et al.*, 1999).

Sabe-se que muitas espécies de *Phaenocarpa* e *Aphaereta* se associa com dípteros Anthomyiidae. Larvas dessa família são em sua maioria saprófagas, encontradas geralmente em caules, raízes e ramos de plantas em decomposição. Cerca de 1.900 espécies e mais de 50 gêneros de Anthomyiidae são conhecidos no mundo (CARVALHO *et al.*, 2012 *apud* THOMPSON, 2008). Para a região neotropical são listadas em torno de 110 espécies e 17 gêneros (PONT, 1972, 1974). A alta relação de Anthomyiidae com ambientes de clima ameno e altas altitudes, preferência por florestas e habitats úmidos (CARVALHO *et al.*, 2012), certamente favorece a ocorrência desses hospedeiros no PNSO e em áreas similares.

### **6.3.1. Gêneros registrados apenas no PNSC**

Os gêneros registrados no PNSC (mas não no PNSO) são tratados aqui.

*Coelinius* foi o único gênero da tribo Dacnusiini registrado neste trabalho. Enquanto aproximadamente 80 gêneros e 1.600 espécies de Alysiini foram descritas no mundo, Dacnusiini tem cerca de 30 gêneros e 900 espécies (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Isso reflete a ampla diversidade de hospedeiros (e seus habitats) atacados pelos Alysiini (WHARTON, 1984).

Comuns no hemisfério norte, os Dacnusiini foram recentemente registrados na região neotropical com a descrição de novas espécies de *Coelinius* do México (FIGUEROA *et al.*, 2019) e do Brasil (SOUZA-GESSNER; ALMEIDA; PENTEADO-DIAS, 2019). No Brasil, uma das espécies descritas foi coletada no PNSC (*Coelinius canastra*) em uma área próxima à amostrada por este trabalho. Os espécimes de *Coelinius* coletados por este estudo, entretanto, diferem de *C. canastra* em características morfológicas diagnósticas para essa espécie. Assim, os espécimes coletados neste trabalho possivelmente compreendem uma espécie ainda não descrita.

Neste estudo, os membros do gênero *Coelinius* apresentaram uma preferência conspícua por áreas de campo rupestre quando comparado com outros Alysiinae. Todos os membros do

gênero são parasitoides de Chloropidae (Diptera) (WHARTON, 1994) e, apesar de bem estabelecida a biologia dos Dacnusiini no Velho Mundo, para espécies da região neotropical dados de biologia não estão disponíveis. Também, o hábito alimentar da maioria das espécies neotropicais de Chloropidae é desconhecido. Sabe-se que os adultos são frequentemente encontrados em vegetação baixa, como capim, grama e flores de outras plantas. Em outras regiões, a maioria das espécies é saprófaga ou fitófaga na fase imatura, alimentando-se de uma grande variedade de plantas ou em matéria orgânica vegetal em decomposição (CARVALHO *et al.*, 2012).

Sabe-se que os Dacnusiini são quase exclusivamente parasitoides de dípteros minadores de folha e caule (WHARTON, 2017). Similarmente ao suposto para os membros da subfamília Miracinae (que também foram exclusivamente amostrados em campo rupestre no PNSC e utilizam hospedeiros minadores de folhas), é possível que os *Coelinius* estejam sendo influenciados diretamente pela distribuição de plantas restritas aos campos ou endêmicas.

*Idiasta* é um gênero de ocorrência relativamente incomum no neotrópico, até então com três espécies válidas conhecidas para a região (DIX, 2010; WHARTON, 1980). Este estudo forneceu suporte para a descrição de uma nova espécie, *Idiasta rupina* Oliveira & Penteado-Dias, 2020 (Anexo A, OLIVEIRA, PENTEADO-DIAS, 2020). Atualmente, essa é a única espécie do gênero válida com registro para o Brasil. Dado o alto grau de endemismo da área em que foram coletos os exemplares desse gênero no PNSC (mata de galeria I, proximidades do alojamento “Jaguarê”) e o reduzido número de exemplares obtidos (2), é possível que essa seja uma espécie rara.

A biologia de *Idiasta* é pouco conhecida. Existe um único registro de espécie associada a moscas do gênero *Lispe* (Diptera, Muscidae) (WHARTON, 1984). São registradas 14 espécies de *Lispe* no Brasil, nenhuma delas com ocorrência conhecida para o estado de Minas Gerais (FOGAÇA; CARVALHO, 2018). Sabe-se que moscas desse gênero são predadoras, tanto na fase imatura quanto na adulta; as larvas são carnívoras e vivem em solos úmidos ou lamacentos com acúmulo de matéria orgânica (COURI; PONT; PENNY, 2006). Mas não existem trabalhos relacionados à fisiologia, ecologia ou comportamento das espécies neotropicais e a biologia dessas espécies é desconhecida (FOGAÇA, 2015). Mais estudos com esses insetos poderão contribuir para o entendimento dos padrões de distribuição e preferências de *Idiasta* na região neotropical.

### 6.3.2. Gêneros registrados apenas no PNSO

Os gêneros registrados no PNSO (mas não no PNSC) são tratados aqui.

Neste estudo, um único exemplar de *Alysia* foi obtido em uma área de aproximadamente 1.800 m de altitude. *Alysia* compreende 42 espécies no Novo Mundo, das quais 8 são registradas na região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Para o Brasil, no entanto, nenhuma espécie é conhecida até o momento. Exemplares do gênero foram amostrados em áreas de cerrado em São Paulo e Minas Gerais (AROUCA, 2005), porém sinonímias foram feitas desde então (por exemplo, *Gnathopleura carinata* (Szépligeti, 1904), PAPP, 2004) e a distribuição do gênero no Brasil é desconhecida.

*Alysia* tem muitas espécies distribuídas no hemisfério norte. A maior parte das espécies conhecidas ocorrem na região conífera boreal ou bioma taiga e as que se distribuem mais ao sul são geralmente encontradas em cadeias montanhosas. Assim como muitos Alysiinae, *Alysia* tende a ser encontrado em habitats úmidos e sombreados. Informações sobre a biologia do gênero vem de estudos com espécies do grupo *Alysia manducator*, que são parasitoides de dípteros Calyptratae, principalmente de Calliphoridae e Sarcophagidae se alimentando em carcaças de outros animais. Registros de interação com Anthomyiidae, Heleomyzidae e Muscidae necessitam de confirmação (WHARTON, 1984, 1986).

*Ilatha* é um gênero pequeno, com pouco mais de dez espécies descritas restritas à região neotropical (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Recentemente, Kula, Dix-Luna & Shaw (2012) fizeram importantes contribuições ao conhecimento do grupo. Os autores descreveram quatro novas espécies de *Ilatha* e forneceram o primeiro registro de hospedeiro para o gênero a partir de duas espécies (*Ilatha dasygaster* Dix-Luna & Shaw e *Ilatha stiremani* Kula, Dix-Luna & Shaw) criadas de dípteros Tachinidae parasitando larvas de Nymphalidae e Geometridae (Lepidoptera). Esses lepidópteros, por sua vez, foram encontrados se alimentando em plantas da família Asteraceae e Dryopteridaceae em áreas de florestas montana (primárias e secundárias) no Equador, a 2.163 m de altitude (KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012). Poucos Alysiinae são parasitoides de Tachinidae e essas espécies são as únicas registradas no Novo Mundo (WHARTON, 2017).

Tachinidae é considerada uma das maiores famílias de Diptera, com cerca de 2.900 espécies registradas na região neotropical (GUIMARÃES, 1971). A maioria das larvas é endoparasitoide de outros insetos e ataca principalmente larvas de Lepidoptera, larvas e adultos de Coleoptera, larvas de Hymenoptera e ninfas e adultos de diversas ordens (CARVALHO *et al.*, 2012). A alta diversidade desses dípteros no neotrópico pode favorecer muitas espécies de parasitoides a eles associadas, como os membros de *Ilatha*.

Kula, Dix-Luna & Shaw (2012) também ampliaram os registros de *Ilatha* para mais cinco países da região neotropical, incluindo o Brasil. Atualmente, a fauna brasileira inclui as seguintes espécies registradas: *Ilatha buffingtoni* Kula, Dix-Luna & Shaw, 2012, *Ilatha henospilota* Kula, Dix-Luna & Shaw, 2012 e *Ilatha plaumanni* Kula, Dix-Luna & Shaw, 2012, todas com material tipo coletado no Sul do Brasil (Santa Catarina e Paraná). Dessas, *Ilatha plaumanni* é a única conhecida distribuída em mais de uma região do país, com parátipos coletados também na região sudeste, na Serra da Bocaina (RJ) entre 1.650 e 1.960 m de altitude (KULA; DIX-LUNA; SHAW, 2012).

*Gnathopleura* é um gênero do Novo Mundo, especialmente neotropical, com aproximadamente 15 espécies descritas (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Espécimes de *Gnathopleura* foram relatados em ambientes de mata atlântica (YAMADA, 2001, 2006). Yamada (2001) observou a incidência de *Gnathopleura* em quatro dos cinco pontos estudados, somente no período chuvoso. O gênero tem sido registrado em esterco e carcaças, parasitando dípteros Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae (WHARTON, 1984; PENTEADO-DIAS, 1995). Conforme apontado por Wharton (1984), a viabilidade desses substratos é altamente susceptível a variação na temperatura, umidade e luminosidade. Condições de baixa umidade e/ou exposição ao sol aceleram o ressecamento dos substratos, afetando a capacidade de oviposição. Por outro lado, a temperatura afeta diretamente a velocidade dos processos de decomposição e condiciona o tempo de disponibilidade de determinados recursos (WHARTON, 1984).

Neste estudo, exemplares de *Gnathopleura* foram obtidos a 1.463 m de altitude. A vegetação dessa faixa altitudinal inclui florestas montana (600-1.600 m) e alto montana (1.300-1.800 m). Esses ambientes caracteristicamente úmidos, com alta disponibilidade de matéria orgânica e elevada diversidade de plantas (RIZZINI, 1979), parecem ser favoráveis a ocorrência desse gênero.

*Microcrasis* é um gênero neotropical, com apenas duas espécies descritas (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), nenhuma delas registradas no Brasil. *Microcrasis* foi relatado com um baixo número de exemplares no Brasil (AROUCA, 2009; GESSNER, 2016; YAMADA, 2001). Assim, este estudo indica uma abundância relativamente alta de indivíduos desse gênero.

Espécies de *Microcrasis* são parasitoides exclusivos de Lonchaeidae (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016), uma família relativamente pequena de Diptera, mas amplamente distribuída, com cerca de 10 gêneros e 500 espécies conhecidas no mundo (CARVALHO *et al.*, 2012 *apud* THOMPSON, 2008). O número de espécies de Lonchaeidae

que ocorrem no Brasil é desconhecido. A maioria das larvas são invasoras de tecidos vegetais doentes/danificados, ou são encontrados em matéria orgânica em decomposição (CARVALHO *et al.*, 2012).

De grande importância é o registro de dois gêneros, *Orthostigma* e *Rhacalysia*. Cerca de 10 espécies de *Orthostigma* são conhecidas no Novo Mundo, todas a partir da fauna Neártica (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016) e o gênero não foi relatado em nenhum dos estudos com Alysinae citados anteriormente. Suas espécies são parasitoides de Phoridae, assim como a maioria dos *Dinotrema* e *Aspilota*, reforçando a ideia implícita de que existe uma proeminente associação entre membros de Alysinae e esses hospedeiros nos ambientes estudados.

*Rhacalysia* é um gênero pequeno dentro de Alysinae e sua biologia é desconhecida. Este estudo forneceu base para o reconhecimento da fauna de *Rhacalysia* no neotrópico e descrição de três novas espécies do gênero, duas delas coletadas no PNSO: *Rhacalysia ampla* Oliveira & Penteado-Dias, 2020 e *Rhacalysia monteiroi* Oliveira & Penteado-Dias, 2020. *Rhacalysia jatai* Oliveira & Penteado-Dias, 2020, por sua vez, foi coletada em uma área de mata ciliar em área de cerrado da Estação Ecológica de Jataí, no Luis Antônio, São Paulo (Anexo A, OLIVEIRA; PENTEADO-DIAS, 2020). Esses novos registros e a distribuição relativamente ampla da espécie *Rhacalysia delicata* (Papp, 1969) sugerem uma fauna notável do gênero na região neotropical. Atualmente, sete espécies válidas são consideradas para o gênero (FISCHER, 1993, 1999; OLIVEIRA; PENTEADO-DIAS, 2020).

O gênero *Tanycarpa* é um grupo relativamente pequeno, com cerca de 25 espécies descritas no mundo, quatro delas da região neotropical (PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIJ, 2019). O gênero foi recentemente registrado no Brasil (CERÂNTOLA; SOUZA-GESSNER; PENTEADO-DIAS, 2016) e atualmente duas espécies são conhecidas no país: *Tanycarpa itatiaia* Cerântola, Souza-Gessner & Penteado-Dias, 2016 e *Tanycarpa broadi* Peris-Felipo, 2019 (CERÂNTOLA; SOUZA-GESSNER; PENTEADO-DIAS, 2016; PERIS-FELIPO; BELOKOBYSKIJ, 2019)

Todas as espécies de *Tanycarpa* são parasitoides de larvas de Drosophilidae (Diptera) (YU; VAN ACHTERBERG; HORSTMANN, 2016). Esses dípteros se alimentam de uma grande variedade de microrganismos em secreções de plantas, fungos e matéria orgânica vegetal, como frutas e cactos em decomposição. Ainda, algumas de suas larvas são minadoras de folhas e outras, ectoparasitas de ninfas, mas o hábito alimentar de grande parte das espécies é desconhecido (CARVALHO *et al.*, 2012; WHEELER, 1970). Espécies de *Tanycarpa*

parecem ser relativamente abundantes no PNSO e essa região pode representar um ponto de ocorrência importante para o gênero no Brasil.

### 6.3.3. *Novos táxons*

Dois grupos foram propostos como novos táxons por diferirem morfologicamente dos gêneros conhecidos em Alysiinae (segundo WHARTON, 2017), Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2. Membros desses grupos já foram relatados em outros estudos, no entanto, nenhuma espécie foi formalmente descrita. Luna (2009), estudando a fauna de Alysiinae da Colômbia encontrou uma espécie muito similar a membros do Gênero nov. 1 registrado neste estudo e Cerântola (2015), no Parque Nacional do Itatiaia, relatou a ocorrência do Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2.

Diferente de Cerântola (2015), que supõe um tratamento genérico para ambos os grupos, Luna (2009) sugere que os membros tratados aqui como Gênero nov. 1 formem um grupo de espécies dentro de *Aphaereta*. A característica morfológica principal que distingue o Gênero nov. 1 de outros Alysiinae é a 2ª célula submarginal fechada, mas não em contato com a nervura m-cu ou 2-M, de modo que existe uma confluência entre a 1ª célula discal e a 3ª célula submarginal (Fig. 44). Isso pode ter ocorrido através de uma forte torção apical da nervura 2-RS, resultando na união à 1M e na perda da veia RS+M (como sugerido por LUNA, 2009). Ou, alternativamente, pode ter ocorrido a fusão das nervuras 1-SR+M e 2-SR e o deslocamento da 2ª célula na direção da margem superior da asa (conforme sugerido por CERÂNTOLA, 2015).

Essas duas alternativas podem sugerir parentescos distintos em relação ao gênero *Aphaereta*, cujo uma das principais características diagnósticas é a perda da nervura 1-SR+M (Fig. 46). Membros do Gênero nov. 1 se assemelham parcialmente ao grupo de espécies *Aphaereta confusa* Wharton, 1980, que possui venação alar reduzida e variação na relação de comprimento do primeiro e segundo flagelômero da antena, e a outros espécimes de *Aphaereta*, sobretudo de pequeno tamanho. O padrão da venação alar do Gênero nov. 2, por sua vez, é similar ao de alguns indivíduos de *Dinotrema* pequenos, mas diferem na ausência das nervuras 3-CU1, 2-1A e cu-a (Fig. 45).



**Figuras 44-46.** Asas anteriores (novos táxons e *Aphaereta* sp.). Exemplares fêmeas, coletados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ. **44.** Gênero nov. 1. **45.** Gênero nov. 2. **46.** *Aphaereta* sp.

Com base na morfologia dos exemplares estudados aqui, sugerimos que membros do Gênero nov. 1 e Gênero nov. 2 sejam mais relacionadas entre si e, se isso estiver correto, a hipótese do Gênero nov. 1 pertencer à *Aphaereta* é provavelmente errônea (dada a presença da nervura 1-SR+M no Gênero nov. 2 e ausência nas espécies de *Aphaereta*, Fig. 45 e 46 respectivamente).

Nesse contexto, exemplares do Gênero nov. 1, Gênero nov. 2 (coletados no PNSC e PNSO), *Aphaereta*, *Dinotrema* e de outros gêneros (para comparação como grupos externos), foram submetidos à análise molecular (mapeamento dos genes mitocondrial COI). Junto ao estudo morfológico, é possível que futuramente essa análise esclareça, ao menos parcialmente, a relação entre esses novos grupos e os gêneros conhecidos. Esses resultados não estão incluídos neste trabalho.

## 7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que existe nos campos rupestres (*s. l.*) do PNSC uma fauna abundante de Ichneumonoidea. A composição de subfamílias de Braconidae é diversa, com grupos mais dominantes e amplamente distribuídos (Doryctinae, Microgastrinae e Cheloninae) e outros mais restritos e relativamente raros (Acampsohelconinae, Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhyssalinae).

O período úmido foi o de maior abundância para os Ichneumonoidea, como corroborado por outros estudos realizados no Brasil. Considerando somente Braconidae, no entanto, a abundância também foi relativamente alta no período seco, principalmente no campo rupestre (*s. s.*), bem como a riqueza de subfamílias. É possível que a fenologia e distribuição espacial dessa comunidade nos ambientes estudados estejam relacionadas a fatores intrínsecos dos campos rupestres (*s. l.*), porém são necessários mais estudos para fundamentar tal suposição.

Os três métodos de coleta utilizados no PNSC foram promissores na coleta de exemplares de Ichneumonoidea. Para os Braconidae, a armadilha Malaise foi conspicuamente eficaz nos campos rupestres (*s. s.*) e, nas matas de galeria, as armadilhas de Moericke contribuíram grandemente na abundância de alguns grupos, como Alysiinae, Doryctinae e Pambolinae, e coletaram o único indivíduo de Rhysipolinae amostrado. Já com o uso da armadilha luminosa, uma alta diversidade de subfamílias e a maior parte dos Meteorinae foi obtida. Conclui-se daí que a eficiência dos diferentes métodos se complementam e devem ser utilizados.

A composição das subfamílias diferiu entre as áreas de mata de galeria e campo rupestre (*s. s.*) estudadas. As subfamílias Cenocoelinae, Rhysipolinae e Rhysalinae ocorreram exclusivamente em matas de galeria, enquanto exemplares de Miracinae foram coletados somente em campos rupestres. Nossos resultados sugeriram uma associação positiva entre a umidade relativa do ar e abundância/riqueza de subfamílias amostradas com o uso de armadilhas de Moericke. Isso pode refletir a restrição de certos grupos às condições tipicamente mais secas encontradas nos campos rupestres.

A abundância de Alysiinae no PNSC foi relativamente baixa quando comparada aos ambientes tipicamente florestais estudados no Brasil, mas a composição da fauna foi bastante diversa, incluindo registros de gêneros pouco comuns no país, como *Coelinus* e *Idiasta*. Matas de galeria foram os ambientes preferidos pelos Alysiinae, exceto *Coelinus* que foi exclusivo de campo rupestre. Além de *Coelinus*, *Aphaereta*, *Aspilota* e *Dinotrema* tiveram espécimes coletados em áreas de campo rupestre. A composição de morfoespécies variou entre as duas fitofisionomias.

As armadilhas de Moericke resultaram no método mais eficiente na coleta dos Alysiinae, embora altas estimativas de diversidade de morfoespécies tenham sido obtidas para os três métodos utilizados. O esforço amostral foi insuficiente e nossos resultados sugerem que uma parte considerável da fauna existente na área não tenha sido coletada. Isso reforça a necessidade de mais investimentos ao conhecimento desse grupo, especialmente visando ecossistemas sub-representados como os campos rupestres (*s. l.*).

Com base na fauna de Alysiinae do PNSO, concluímos que *Dinotrema* e *Aspilota* são gêneros dominantes em ambientes florestais da região neotropical. Os gêneros identificados nesse Parque incluíram alguns de ocorrência rara (*Rhacalysia*), ou incomuns no neotrópico (*Alysia*, *Tanycarpa* e *Orthostigma*; o último sem registro nessa região). *Ilatha*, por sua vez, um gênero neotropical, conta com poucos registros no Brasil.

Em relação ao gradiente altitudinal, maiores abundâncias (90%) e riqueza de gêneros foram obtidas acima de 800 m de altitude e a abundância parece estar associada positivamente à altitude, como sugerido por outros estudos. Entretanto, a fauna também foi diversa em áreas de menor elevação, com *Orthostigma* ocorrendo exclusivamente à 346 m. Isso provavelmente reflete a brusca heterogeneidade de habitats ao longo dos gradientes, que pode restringir alguns grupos a determinadas faixas altitudinais.

Considerando as duas Unidades de Conservação, este estudo forneceu suporte para a descrição de quatro novas espécies de Alysiinae do Brasil, contribuindo ao conhecimento da fauna mundial de *Rhacalysia* e neotropical de *Idiasta*. Futuros trabalhos taxonômicos a partir

dos resultados deste estudo poderão ampliar o conhecimento da composição faunística dos Braconidae na região neotropical. O desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao conhecimento da biologia dos seus hospedeiros, em especial de espécies de Diptera, deverão fornecer subsídios para a ampliação do conhecimento da classificação e filogenia dos gêneros de Alysiniinae aqui estudados.

Por fim, os resultados desta pesquisa salientam o papel substancial que têm as Unidades de Conservação na manutenção e proteção dos recursos naturais brasileiros, incluindo importantes componentes da biodiversidade neotropical.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. I. V.; ZAMPIERON, S. L. M. Perfil da Fauna de Hymenoptera Parasítica em um Fragmento de Cerrado pertencente ao Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), a partir de duas Armadilhas de Captura. **Ciência et Praxis**, v. 2, n. 3, p. 61-68, 2009.

AB'SÁBER, A. N. **Organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, v. 41 de Geomorfologia, São Paulo, 1973, 39 p.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on automatic control**, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.

ALTON, A. M. The Life-History and Habits of two Parasites of Blowflies. *In: Proceedings of the Zoological Society of London*. Oxford, Blackwell Publishing Ltd, 1920, p. 195-243.

AMADOR, E. S. **Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza**. Rio de Janeiro, Edição do Autor, 1997, 539 p.

AMENT, D. C.; AMORIM, D. S. Five new species of *Coniceromyia Borgmeier* (Diptera: Phoridae) from the Atlantic Forest, Brazil. **Zootaxa**, v. 2421, n. 1, p. 35-48, 2010.

AROUCA, R. G. **Taxonomia e diversidade dos Alysiniinae (Hymenoptera: Braconidae) Neotropicais, com ênfase na fauna da mata atlântica, Brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

AROUCA, R. G. **Diversidade de Braconidae (Hymenoptera) no Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2009.

AROUCA, R. G.; PENTEADO-DIAS, A. M. Contribution to systematics of neotropical species *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae) with description of three new species. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 41, n. 1, p. 33-43, 2006.

AROUCA, R. G.; PENTEADO-DIAS, A. M. First record of four Alysiniinae species (Hymenoptera, Braconidae) from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p. 1209-1210, 2009.

AROUCA, R. G.; PENTEADO-DIAS, A. M. A new species of *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae) from Brazil parasitizing *Neosilba perezii* (Diptera: Lonchaeidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 1, p. 63-67, 2011.

AROUCA, R. G.; PENTEADO-DIAS, A. M.; VAN ACHTERBERG, C. A new species of *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae) from Brazil. **Zoologische Mededelingen**, v. 78, p. 123-130, 2004.

- AUSTIN, A. D.; DOWTON, M. **Hymenoptera: evolution, biodiversity and biological control**. CSIRO Publishing, Collingwood, Austrália. 2000, 468 p.
- BARBOSA, M.; FERNANDES, G. W. Bottom-up effects on gall distribution. *In: Neotropical insect galls*. Springer, Dordrecht, 2014, p. 99-113.
- BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. A relict species restricted to a quartzitic mountain in tropical America: an example of microrefugium? **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 299-309, 2015.
- BARGHINI, A.; MEDEIROS, B. A. S. UV radiation as an attractor for insects. **Leukos**, v. 9, n. 1, p. 47-56, 2012.
- BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*. **arXiv:1406.5823v1 [stat.CO]**, Cornell University, 2014, 51 p. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- BELSHAW, R.; FITTON, M.; HERNIOU, E.; GIMENO, C.; QUICKE, D. L. J. A phylogenetic reconstruction of the Ichneumonoidea (Hymenoptera) based on the D2 variable region of 28S ribosomal RNA. **Systematic Entomology**, v. 23, n. 2, p. 109-123, 1998.
- BELSHAW, R.; QUICKE, D. L. J. Robustness of ancestral state estimates: evolution of life history strategy in ichneumonoid parasitoids. **Systematic Biology**, v. 51, n. 3, p. 450-477, 2002.
- BHARDWAJ, M.; UNİYAL, V. P.; SANYAL, A. K.; SINGH, A. P. Butterfly communities along an elevational gradient in the Tons valley, Western Himalayas: Implications of rapid assessment for insect conservation. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 15, n. 2, p. 207-217, 2012.
- BOINSKI, S.; FOWLER, N. L. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica**, p.223-233, 1989.
- BRAET, Y.; VAN ACHTERBERG, C. New species of *Pambolus* Haliday and *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Pambolinae, Alysiinae) from French Guyana, Suriname and Panama. **Zoologische Mededelingen**, v. 77, p. 153-179, 2003.
- BRAGAGNOLO, C.; PINTO-DA-ROCHA, R. Diversidade de opiliões do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil (Arachnida: Opiliones). **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2003.
- BRAVO, E. Parque Nacional da Serra dos Órgãos: uma visão geral. *In: Parnaso, Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos*, p. 11-23, 2007.
- BRITO, R.; PRINS, J.; PRINS, W.; MIELKE, O. H. H.; GONÇALVES, G., L.; MOREIRA, G. R. P. Extant diversity and estimated number of Gracillariidae (Lepidoptera) species yet to be discovered in the Neotropical region. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 275-283, 2016.
- BROCKERHOFF, E. G.; BARBARO, L.; CASTAGNEYROL, B.; FORRESTER, D. I.; GARDINER, B.; GONZÁLEZ-OLABARRIA, J. R.; O'B-LYVER, P.; MEURRISSE, N.; OXBROUGH, A.; TAKI, H.; THOMPSON, I. D.; VAN DER PLAS, F.; JACTEL, H. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 3005-3035, 2017. doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2
- BURNHAM, K. P.; OVERTON, W. S. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. **Biometrika**, v. 65, n. 3, p. 625-633, 1978.
- BURNHAM, K. P.; OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, v. 60, n. 5, p. 927-936, 1979.
- CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 657-664, 2007.

- CAMPOS, D. F.; SHARKEY, M. J. Familia Braconidae. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.), **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 331-384.
- CARDINALE, B. J.; DUFFY, E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D. U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A.; KINZIG, A. P.; DAILY, G. C.; LOREAU, M.; GRACE, J. B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D. S.; NAEEM, S. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 59-67, 2012.
- CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. C. Diptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto, São Paulo, Holos Editora, 2012, p. 701-744.
- CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto, São Paulo, Holos Editora, 2012, p. 453-535.
- CERÂNTOLA, P. C. M. **Estudo da fauna de Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) do Parque Nacional do Itatiaia, RJ, Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- CERÂNTOLA, P. C. M.; SOUZA-GESSNER, C. S.; PENTEADO-DIAS, A. M. Uma nova espécie de *Tanycarpa* Förster (1862) (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 3, p. 750-756, 2016.
- CHAO, A. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of statistics**, p. 265-270, 1984.
- CHAO, A. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. **Biometrics**, p. 783-791, 1987.
- CHAPMAN, A. D. Numbers of living species in Australia and the world. **Australian Government**, 2 ed., 2009, 80 p.
- CHAVERRI-POLINI, A. Mountains, biodiversity and conservation. **Unasyuva**, v. 195, p. 22-33, 1998.
- CHEN, X.; VAN ACHTERBERG, C. Systematics, phylogeny, and evolution of braconid wasps: 30 years of progress. **Annual Review of Entomology**, v. 64, p. 335-358, 2019.
- CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 89-98, 2003a.
- CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 99-105, 2003b.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.
- COSTA JÚNIOR, D. P.; OLIVEIRA, M. T.; NUNES, J. F.; ZAMPIERON, S. L. M.; PEIXOTO, M. L. Avaliação da diversidade de insetos da Ordem Hymenoptera do Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), coletados com armadilhas Malaise. **Ciência et Praxis**, v. 7, n. 13, p. 21-26, 2014.
- COURI, M. S.; PONT, A. C.; PENNY, N. D. Muscidae (Diptera) from Madagascar: Identification Keys, Descriptions of New Species, and New Records. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 57, n.25/38, p. 799-923, 2006.
- DAVIS, D. E. The annual cycle of plants, mosquitoes, birds, and mammals in two Brazilian forests. **Ecological Monographs**, v. 15, n. 3, p. 243-295, 1945.

- DAVIS, E. G.; NAGHETTINI, M. C. **Estudo de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro**. Belo Horizonte: CPRM, 2001, 140 p.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história da devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia. das Letras, 1996, 484 p.
- DIAS, R. Nonparametric Regression: Lowess/Loess. **Advanced Geographic Data Analysis Scatter-Diagram Smoothing**, 2014. Acesso em outubro de 2020. Disponível em <https://www.ime.unicamp.br/~dias/loess.pdf>
- DÍAZ, F. A. The Venezuelan species of *Pimpla* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 9, n. 2, p. 246-253, 2000.
- DÍAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN, F. S. III; TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLoS Biol**, v. 4, n. 8, p. e277, 2006.
- DIX, O. Cuatro especies nuevas de Alysiniinae (Hymenoptera: Braconidae) y registro nuevo para Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 36, n. 2, p. 304-314, 2010.
- DOLPHIN, K.; QUICKE, D. L. J. Estimating the global species richness of an incompletely described taxon: an example using parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 73, n. 3, p. 279-286, 2001.
- DREA, J. J.; JEANDEL, D.; GRUBER, F. Parasites of agromyzid leafminers (Diptera: Agromyzidae) on alfalfa in Europe. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 75, n. 3, p. 297-310, 1982.
- DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Editora Holos, Ribeirão Preto, São Paulo, 2012, p. 625-682.
- DUNN, R. R. Extinciones Modernas De Insectos, La Mayoría Desatendida. **Conservation Biology**, v. 19, n. 4, p. 1030-1036, 2005. doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00078.x
- EADY, R. D. Some illustrations of microsculpture in the Hymenoptera. **Proceedings of the Royal Entomological Society of London**, v. 43, n. 4/6, p. 66-72, 1968. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1968.tb01029.x>
- EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. EPU/Editora da Universidade de São Paulo, 1981, 71 p.
- EFRON, B. Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable. **SIAM review**, v. 21, n. 4, p. 460-480, 1979.
- EGGLETON, P.; BELSHAW, R. Insect parasitoids: an evolutionary overview. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 337, n. 1279, p. 1-20, 1992.
- EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. **Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species**. Random House, New York, 1981, 305 p.
- EIJS, I. E. M.; ELLERS, J.; VAN DUINEN, G. Feeding strategies in drosophilid parasitoids: the impact of natural food resources on energy reserves in females. **Ecological Entomology**, v. 23, n. 2, p. 133-138, 1998.
- EITEN, G.; PINTO, M. N. Vegetação do cerrado. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**, v. 2, p. 17-73, 1994.
- ELPINO-CAMPOS, Á.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F.. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 685-692, 2007.

FALCÓ-GARÍ, J. V.; PERIS-FELIPO, F. J.; JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R. Diversity and phenology of the braconid community (Hymenoptera: Braconidae) in the Mediterranean protected landscape of Sierra Calderona. **Open Journal of Ecology**, v.4, n.4, p.174-181, 2014.

FERNANDES, G. W. **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016a, 567 p.

FERNANDES, G. W. **The megadiverse rupestrian grassland**. In: **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016b, p. 3-14.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness. **Oecologia**, v. 76, n. 2, p. 161-167, 1988.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Comparison of tropical and temperate galling species richness: the roles of environmental harshness and plant nutrient status. *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, New York, p. 91-115, 1991.

FERNANDES, G. W.; BARBOSA, N. P. U.; NEGREIROS, D.; PAGLIA, A. P. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Natureza & Conservação**, v. 12, p. 162-165, 2014.

FERNANDES, G. W.; ALMEIDA, H. A.; NUNES, C. N.; XAVIER, J. H. A.; COBB, N.; CARNEIRO, M. A. A.; CORNELISSEN, T.; NEVES, F.; RIBEIRO, S. P.; NUNES, Y. R. F.; PIRES, A. C. V.; BEIRÃO, V. Cerrado to rupestrian grasslands: patterns of species distribution and the forces shaping them along an altitudinal gradient. In: FERNANDES, G. W. (ed). **The megadiverse rupestrian grassland**. In: **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016, p. 345-371.

FERNANDES, L. B. R. **Hymenoptera parasitoides de larvas de Lepidoptera associadas a *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae)**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências com ênfase em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

FERNÁNDEZ, F. Sistemática de los himenópteros de la Región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 7-36.

FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, 894 p.

FIGG, D. E.; HALL, R. D.; THOMAS, G. D. Host range and eclosion success of the parasite *Aphaereta pallipes* (Hymenoptera: Braconidae) among dung-breeding Diptera in Central Missouri. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 3, p. 993-995, 1983.

FIGUEROA, J. I.; PINEDA, S.; MARÍNEZ, A. M.; KULA, R. R. Two new species of *Coelinius* Nees (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae) from Mexico. **Zootaxa**, v. 4664, n. 4, p. 559-564, 2019.

FISCHER, M. Taxonomische Untersuchungen an neotropischen Alysiini, besonders solchen aus dem British Museum (Nat. Hist.) in London (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae). **Studia Entomologica**, v. 18, n. 1/4, p. 127-152, 1975.

FISCHER, M. Neubeschreibungen und Wiederbeschreibungen von Kieferwespen (Hym., Braconidae, Alysiinae: Tribus Alysiinae) der Alten Welt. **Linzer biologische Beiträge**, v. 25, n. 2, p. 593-648, 1993.

FISCHER, M. Einiges über Kieferwespen (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae). **Linzer biologische Beiträge**, v. 31, n. 1, p. 5-56, 1999.

FLINTE, V.; MACEDO, M. V.; MONTEIRO, R. F. Chrysomelids and their host plants along an altitudinal gradient in an Atlantic Rain Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. In: **Research on Chrysomelidae**, Volume 2, Brill, 2009, p. 31-56.

FOGAÇA, J. M. **Revisão do gênero *Lispe* Latreille, 1797 (Diptera: Musicadae) na América do Sul**. 2015. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

- FOGAÇA, J. M.; CARVALHO, C. J. B. Neotropical *Lispe* (Diptera: Muscidae): notes, redescriptions and key to species. **Journal of Natural History**, v. 52, n. 33-34, p. 2147-2184, 2018.
- FORBES, A. A.; BAGLEY, R. K.; BEER, M. A.; HIPPEE, A. C.; WIDMAYER, H. A. Quantifying the unquantifiable: why Hymenoptera, not Coleoptera, is the most speciose animal order. **BMC ecology**, v. 18, n. 1, p. 21, 2018.
- GALLO, D.; SILVEIRA NETO, S.; WIENDL, F.; PARANHOS, S. Influência da armadilha luminosa na população da broca da cana-de-açúcar. **Ciência e Cultura, São Paulo**, v. 19, n. 2, p. 307, 1967.
- GASTON, K. J. The magnitude of global insect species richness. **Conservation Biology**, v. 5, n. 3, p. 283-296, 1991.
- GAULD, I. D. **An introduction to the Ichneumonidae of Australia**. British Museum (Natural History), 1984, 413 p.
- GAULD, I. D. Some factors affecting the composition of tropical ichneumonid faunas. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 30, n. 4, 299-312, 1987.
- GAULD, I. D. **The Ichneumonidae of Costa Rica: Introduction, keys to subfamilies, and keys to the species of the lower pimpliform subfamilies Rhyssinae, Pimplinae, Poemeniinae, Acaenitinae and Cyloceiriinae**. American Entomological Institute, p. 1-589, 1991.
- GAULD, I. D.; GASTON, K. J.; JANZEN, D. H. Plant allelochemicals, tritrophic interactions and the anomalous diversity of tropical parasitoids: “nasty” host hypothesis. **Oikos**, v. 65, p. 353-357, 1992.
- GAULD, I. D.; GODOY, C.; SITHOLE, R.; UGALDE, J. The Ichneumonidae of Costa Rica, 4. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 66, n.1, p. 1-768, 2002.
- GESSNER, C. S. S. **A comunidade de Braconidae (Hymenoptera; Ichneumonoidea) em um gradiente altitudinal no Parque Nacional do Itatiaia, RJ: taxonomia, distribuição e diversidade**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.
- GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço range region, eastern Brazil. *In*: DAVIS, S. D.; HEYWOOD, V. H.; HAMILTON, A. C. (ed.) **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**, v. 3, 1997, p. 397-404.
- GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology**. Princeton University Press, 1994, 473 p.
- GOMES, S. A. G. **A fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) na região de Campos do Jordão, São Paulo**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- GOMES, C. V. S. **Padrões de distribuição espacial e temporal de Braconidae (Hymenoptera) no Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- GONZÁLEZ, J. A.; TOMÉ, M. A. M.; GAYUBO, S. F.; TORRES, F. Himenópteros aculeados capturados mediante trampas Malaise en un sector arenoso de la Submeseta Norte (España) (Hymenoptera, Aculeata). **Nouvelle revue d'Entomologie**, v. 17, n. 4, p. 337-353, 2000.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.
- GRAHAM-SMITH, G. S. Observations on the habits and parasites of common flies. **Parasitology**, v. 8, n. 4, p. 440-544, 1916.
- GRAHAM-SMITH, G. S. Further observations on the habits and parasites of common flies. **Parasitology**, v. 11, p. 347-384, 1919.

- GRIFFITHS, G. C. The Alysinae (Hym., Braconidae) parasites of the Agromyzidae (Diptera). I. General questions of taxonomy, biology and evolution. *Beiträge zur Entomologie. Contributions to Entomology*, v. 14, n. 7-8, p. 823-914, 1964.
- GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. Cambridge University Press, 2005, 755 p.
- GUIMARÃES, J. H. Family Tachnidae. *In: A Catalog of the Diptera of the Americas South of the United States*. 96a. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, v. 104, 1971, 333 p.
- GUIMARÃES, A. É.; ARLÉ, M. Mosquitos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil: I-distribuição estacional. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 79, n. 3, p. 309-323, 1984.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of Entomology**. John Wiley & Sons Ltd., 5ª ed., 2014, 584 p.
- HACKMAN, W.; MEINANDER, M. Diptera feeding as larvae on macrofungi in Finland. *In: Annales zoologici fennici*. Finnish Academy of Sciences, Societas Scientiarum Fennica, Societas pro Fauna et Flora Fennica and Societas Biologica Fennica Vanamo, 1979. p. 50-83.
- HADDAD, C. F. B.; ANDRADE, G. V.; CARDOSO, A. J. Anfíbios anuros do Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. *Brasil Florestal*, v. 64, p. 9-20, 1998.
- HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: introduction and Workshop Synthesis. *Ecological Studies*, v. 110, p. 1-23, 1995.
- HARTIG, F. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.3.3.0. 2020.
- HAWKINS, B. A.; SHAW, M. R.; ASKEW, R. R. Relations among assemblage size, host specialization and climate variability in North American parasitoid communities. *American Naturalist*, v. 139, p. 59-79, 1992.
- HENDRIKSE, A.; ZUCCHI, R.; VAN LENTEREN, J. C.; WOETS, J. *Dacnusa sibirica* Telenga and *Opius pallipes* Wesmael (Hym., Braconidae) in the control of the tomato leafminer *Liriomyza bryoniae* Kalt. *Bulletin SROP*, v. 3, p. 83-98, 1980.
- HIGA, P. T.; PENTEADO-DIAS, A. M. Efeitos altitudinais na diversidade de Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) da região sudeste do Brasil e descrição de novas espécies. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 80, n. 2, p. 377-385, 2020.
- HILTON-TAYLOR, C. **IUCN red list of threatened species**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2000, 61 p.
- HOFFMANN, W. A. Ecologia comparativa de espécies lenhosas de cerrado e mata. *In: Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005, p. 155-165.
- HOLDAWAY, F. G.; FAIRFIELD SMITH, H. A relation between size of host puparia and sex ratio of *Alysia manducator* Pantzer. *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science*, v. 10, n. 4, p. 247-257, 1932.
- HORN, H. S. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, v. 100, n. 914, p. 419-424, 1966.
- HUFFAKER, C. B.; GORDON, H. T.; GUTIERREZ, A. P. Introduction to ecological entomology. *In: HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, A. P. (ed.). Ecological entomology*, 2ª ed., 1999, p. 3-19.
- IBDF; FBCN. Plano de manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal e Fundação Brasileira para Conservação da Natureza. 1980, 173 p.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Plano de Manejo da Serra dos Órgãos. Ministério do Meio Ambiente, 374 pp, 2008.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Parque Nacional da Serra da Canastra. Acesso em agosto de 2020. <https://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/198-Parque-nacional-da-serra-da-canastra>. 2020a.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Acesso em setembro de 2020. <https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/>. 2020b.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). IUCN Red List of Threatened Species. World Conservation Union. 2006. Acesso em agosto de 2020. [www.redlist.org](http://www.redlist.org).

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**, v. 127, p. 33-50, 1975.

JUILLET, J. A. Some factors influencing the flight activity of hymenopterous parasites. **Canadian Journal of Zoology**, v.38, p.1057-1061, 1960.

JUILLET, J. A. Influence of weather on flight activity of parasitic Hymenoptera. **Canadian Journal of Zoology**, v.42, n.6, p.1133-1141, 1964.

JULIÃO, G. R.; VENTICINQUE, E. M.; FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Unexpected high diversity of galling insects in the Amazonian upper canopy: the savanna out there. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. e114986, 2014.

KASPARYAN, D. R.; RUÍZ-CANCINO, E. A new species of *Cylloceria* Schiødte from Mexico (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Zoosystematica Rossica**, v. 11, n. 2, p. 347-349, 2003.

KELLERT, S. R. Values and perceptions of invertebrates. **Conservation Biology**, v. 7, p. 845-855, 1993.

KINDT, R.; COE, R. **Tree diversity analysis**: a manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre, 2005.

KOSTROMINA, T. S.; TIMOKHOV, A. V.; BELOKOBYSKIY, S. A. Braconid wasps of subfamily Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) as endoparasitoids of *Selachops flavocinctus* Wahlberg, 1844 (Diptera: Agromyzidae) in the Central Urals, Russia. **Zootaxa**, v. 4200, n. 2, p. 305-219, 2016.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. Addison, 1999, 620 p.

KULA, R. R.; DIX-LUNA, O.; SHAW, S. R. Review of *Ilatha* Fischer (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae), including descriptions of six new species and a key to species. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 114, n. 3, p. 293-328, 2012.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P. B.; CHRISTENSEN, R. H. B. “lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models”. **Journal of Statistical Software**, v. 82, n. 13, p. 1-26, 2017. doi: 10.18637/jss.v082.i13.

LASALLE, J.; GAULD, I. D. Hymenoptera: their biodiversity, and their impact on the diversity of other organisms. In: LASALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera and biodiversity**. CAB International, Wallingford, Reino Unido, p. 1-26, 1993.

LE STRADIC, S.; BUISSON, E.; FERNANDES, G. W. Vegetation composition and structure of some Neotropical mountain grasslands in Brazil. **Journal of Mountain Science**, v. 12, n. 4, p. 864-877, 2015.

LEGNER, E. F. Biological control of Diptera of medical and veterinary importance. **Journal of Vector Ecology**, v. 20, n. 1, p. 59-120, 1995.

LINDQUIST, A. W. The introduction of an indigenous blowfly parasite, *Alysia ridibunda* Say, into Uvalde County, Texas. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 33, n. 1, p. 103-112, 1940.

- LUNA, O. J. D. **Sinopsis de las especies de la subfamilia Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) en Colombia.** 2009. Mestrado em Ciências - Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá, 2009.
- MAGALHÃES, S. R.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.. Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra-Minas Gerais. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 135-141, 2012.
- MAJER, J. D. Comparison of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brazil, Papua New Guinea and Australia-its structure and influence on arthropod diversity. *In*: LASALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera and Biodiversity**, CAB International, Wallingford, Reino Unido, 1993, p. 115-141.
- MALAISE, R. A new insect trap. **Entomologisk Tidskrift**, v. 58, p. 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**, v. 16, n. 12, p. 3171-3175, 2010.
- MARCHIORI, C. H. Técnicas de coleta e captura de insetos das ordens Diptera e Hymenoptera coletadas no estado de Goiás. **Biológico**, v. 78, p. 1-5, 2016.
- MARCHIORI, C. H.; PENTEADO-DIAS, A. M. Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) collected in a native forest area in Itumbiara, Goiás, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 647-649, 2002.
- MARCHIORI, C. H.; PEREIRA, L. A.; FILHO, O. M. S. *Aphaereta* sp. (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) as a natural enemy to *Peckia chrysostoma* (Wiedemann) (Diptera: Sarcophagidae), in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 1, p. 169-172, 2003.
- MARCHIORI, C. H.; SILVA FILHO, O. M.; LIMA, L. L. F.; CAMPOS, G. T.; SILVA, J. M.; LOPES, A. F.; FIDELIS, J. O. *Aphaereta* sp. (Hymenoptera: Braconidae) como parasitóide de *Sarcodexia lambens* (Wiedemann) (Diptera: Sarcophagidae) no Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 375-376, 2004.
- MARINO, P. C.; LANDIS, D. A. Effect of Landscape Structure on Parasitoid Diversity and Parasitism in Agroecosystems. **Ecological Applications**, v.6, n.1, p.276-284, 1996.
- MARSH, P. M. Description of a phytophagous doryctine braconid from Brasil (Hymenoptera: Braconidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 93, n. 1, p. 92-95, 1991.
- MARTINELLI, G. **Campos de altitude**. Editora Index, Rio de Janeiro, 1996, 160 p.
- MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.
- MASON, W. R. M.; HUBER, T. J.; FERNÁNDEZ, F. El orden Hymenoptera. *In*: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 93-114.
- MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C.. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004.
- MEDINA, B.M.O.; FERNANDES, G.W. Natural regeneration potential of rupestrian fields soils' in Serra do Cipó, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 665-678, 2007.
- MENDES, R. S.; EVANGELISTA, L. R.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. A unified index to measure ecological diversity and species rarity. **Ecography**, v. 31, n. 4, p. 450-456, 2008.
- MERRITT, R. W.; ANDERSON, J. R. **The effects of different pasture and rangeland ecosystems on the annual dynamics of insects in cattle droppings**. University of California Division of Agricultural Sciences, 1977, 71 p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. 1999.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente). Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra, 2005, 799 p.

MOERICKE, V. Eine Farbfalle zur Kontrolle des fluges von Blättaußen, insbesondere der Pflanzblattlaus *M. persicae* (Sulz). **Neachrbl. Dtsch. Pflzschutzd.**, v. 3, p. 23-24, 1951.

MORRIS, R. J.; SINCLAIR, F. H.; BURWELL, C. J. Food web structure changes with elevation but not rainforest stratum. **Ecography**, v.38, n.8, p.792-802, 2015.

MOUND, L. A. Insect taxonomy in species-rich countries: the way forward? **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 1-8, 1998.

MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. **Environmentalist**, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

NASCIMENTO, A. R.; ALMEIDA-NETO, M. A.; ALMEIDA, A. M.; FONSECA, C. R.; LEWINSOHN, T. M.; PENTEADO-DIAS, A. M. Parasitoid wasps in flower heads of Asteraceae in the Brazilian Cerrado: taxonomical composition and determinants of diversity. **Ecology, Behavior and Bionomics**, v. 43, p. 298-306, 2014.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Bees, pollination systems and plant diversity. In: LASALLE, J.; GAULD, I. D. **Hymenoptera and biodiversity**. CAB International, Wallingford, Reino Unido, p. 143-168, 1993.

NIEVES-ALDREY, J. L.; FONTAL-CAZALLA, F. M. Filogenia y evolución del orden Hymenoptera. **Bol. SEA**, v. 26, p. 459-474, 1999.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-6. 2019. <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>

OLIVEIRA, F. D.; PENTEADO-DIAS, A. M. An update of the genera *Idiasta* Foerster and *Rhacalysia* Cameron (Hymenoptera, Braconidae, Alysiniinae) and the descriptions of new species from the Neotropical Region. **ZooKeys**, v. 976, p. 109-130, 2020.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**, p. 91-120, 2002.

OVRUSKI, S.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; WHARTON, R. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.

PÁDUA, D. G.; ZAMPIERON, S. L. M. Inventário da fauna de Hymenoptera parasitoides coletados com redes de varredura em um fragmento da Serra da Babilônia, no sudoeste do estado de Minas Gerais. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 211-216, 2012.

PÁDUA, D. G.; ZAMPIERON, S. L. M.; NUNES, J. F. Composition of the Family of Parasitoids Wasps in the Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 3, p. 199-206, 2014.

PALACIO, E. E.; WAHL, D. B. Familia Ichneumonidae. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 293-330

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1195-1198, 1990.

PAPP, J. A synopsis of the *Phaenocarpa* species of the neotropic region (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae). Un resumen de las especies de *Phaenocarpa* de la región neotropical (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae). **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae.**, v. 15, n. 3/4, p. 379-389, 1969.

PAPP, J. A The specimens of the braconid species by Gy. Szépliget deposited in the Hungarian Natural History Museum (Hymenoptera: Braconidae). **Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici**, v. 96, p. 153-223, 2004.

- PENTEADO-DIAS, A. M. Notes on the biology of *Gnathopleura* sp. (Hymenoptera: Braconidae) in Brazil. **Entomological News**, v. 3, p. 127-129, 1995.
- PERIS-FELIPO, F. J.; BELOKOBYSKIJ, S. A. Revision of the New World species of the genus *Dinotrema* (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae). **Zootaxa**, v. 4382, n. 1, p. 1-55, 2018. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4382.1.1>
- PERIS-FELIPO, F. J.; BELOKOBYSKIJ, S. A. *Tanycarpa broadi* sp. nov., a new Neotropical species of the genus *Tanycarpa* Foerster, 1863 (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae), with a key to the New World taxa. **Zootaxa**, v. 4586, n. 2, p. 295-300, 2019.
- PERIS-FELIPO, F. J.; VAN ACHTERBERG, C.; BELOKOBYSKIJ, S. A. Revision of the Afrotropical *Asobara* Foerster, 1863 (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae), with the descriptions of twenty five new species. **European Journal of Taxonomy**, v. 2019, n. 557, p. 1-146, 2019.
- PERONTI, A. L. B. G.; FRAGA, F. B.; ROSA, K. D. C. C.; TEIXEIRA, M. T.; SILVA, M. L. Efeitos da fragmentação florestal e da expansão agrícola sobre a comunidade de insetos fitófagos e himenópteros parasitoides no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e arredores. In: CRONEMBERGER, C.; VIVEIROS DE CASTRO, E. (org.). **Ciência e conservação na Serra dos Órgãos**. Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 119-136, 2007.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of theoretical biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.
- PIMM, S. L.; RAVEN, P. Extinction by numbers. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 843-845, 2000.
- PROVETE, D. B.; SILVA, F. R.; SOUZA, T. G. **Estatística aplicada à ecologia usando o R**. São José do Rio Preto, Universidade Estadual Paulista, 2011.
- PINTO, J.; RIBEIRO, G.; BENVENUTTI, D.; MACIEL, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de um trecho da floresta de galeria da queda d'água Vêu-de-noiva, Parque da Chapada dos Guimarães, MT. In: LEITE, L. L.; SAITO, H. C. (org.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado: trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia de Brasília**. Brasília, Universidade Federal de Brasília, 1997, p.12-21.
- PIZZAMIGLIO, M. A. Ecologia das interações inseto-planta. In: PANIZZI, A.; PARRA, J. R. (ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole Ltda., São Paulo, 1991, p. 101-129.
- PONT, A. C. Family Muscidae. In: **A Catalog of the Diptera of the Americas South of the United States**. 97. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1972, 111 p.
- PONT, A. C. Family Anthomyiidae. In: **A Catalog of the Diptera of the Americas South of the United States**. 96a. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1974, 21 p.
- PRICE, P. W. General concepts on the evolutionary biology of parasites. **Evolution**, p. 405-420, 1977.
- QUICKE, D. L. J. **The braconid and ichneumonid parasitoid wasps: biology, systematics, evolution and ecology**. John Wiley & Sons, 2015, 733 p.
- QUICKE, D. L. J.; BASIBUYUK, H. H.; RASNITSYN, A. P. Morphological, palaeontological and molecular aspects of ichneumonoid phylogeny (Hymenoptera, Insecta). **Zoologica Scripta**, v. 28, n. 1-2, p. 175-202, 1999.
- QUICKE, D. L. J.; KRUFFT, R. A. Latitudinal gradients in North American braconid wasp species richness and biology. **Journal of Hymenoptera Research**, v. 4, p. 194-203, 1995.
- RAHBEEK, C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. **Ecology Letters**, v.8, p.224-239, 2005.

RAMIREZ, B. W.; MARSH, P. M. A review of the genus *Psetwboius* (Hymenoptera) from Costa Rica, an inquiline fig wasp with brachypterous males, with descriptions of two new species. **Journal of Hymenoptera Research**, v. 5, p. 64-72, 1996.

RAVEN, P. H. Biological Extinction and Climate Change. *In*: AL-DELAIMY; RAMANATHAN; SORONDO (ed.). **Health of People, Health of Planet and Our Responsibility**. Springer, Cham, 2020, p. 11-20.

RBMA, Reserva da Biosfera da mata atlântica. Acesso em setembro de 2020. <http://rbma.org.br/n/>

REID, W. V.; MILLER, K. R. **Keeping options alive: the scientific basis for conserving biodiversity**. Washington, DC: World Resources Institute, 1989, 128 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (coord.) **Cerrado – ambiente e flora**. Embrapa, 1998, p. 89-166.

RIEGEL, G. T. The American species of Dacnusiini, excluding certain Dacnusiini (Hymenoptera: Braconidae). **Novitates Arthropodae**, v. 1, p. 1-185, 1982.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. Edgard Blucher Ltda./EDUSP, São Paulo, 1979. 2 v.

ROMERO, R.; NAKAJIMA, J. N.. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, p. 259-265, 1999.

ROMESBURG, H. C. Cluster analysis for researchers. **Wadsworth. Inc.**, Belmont, CA, 1984.

SAFFORD, H. D.; MARTINELLI, G. Southeast Brazil. *In*: BARTHLOTT, W.; POREMBSKI, S. (ed.) **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in the tropics**. Ecological Studies. Springer-Verlag, Berlin, 146, 2000, p. 339-389

SALKELD, E. H. Notes on anatomy, life-history, and behaviour of *Aphaereta pallipes* (Say) (Hymenoptera: Braconidae), a parasite of the onion maggot, *Hylemya antiqua* (Meig.). **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 2, p. 93-97, 1959.

SANCHEZ-AZOFEIFA, A.; POWERS, J. S.; FERNANDES, G. W.; QUESADA, M. Tropical dry forests in the Americas: ecology, conservation, and management. **CRC Press**, 2013, 556 p.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**, v. 2, p. 19-41, 2003.

SARMIENTO, F. O. Human drivers of landscape change: treelines dynamics in neotropical montology. **Ecotropicos**, v. 15, p. 129-146, 2002.

SARMIENTO, C. E. Métodos generales de recolección. *In*: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 115-132.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. The University of Illinois Press, 1949, 125 p.

SHARKEY, M. J.; FERNÁNDEZ, F. Biología y biodiversidade. *In*: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 93-114.

SHARKEY, M. J.; WAHL, D. B. Cladistics of the Ichneumonoidea (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 1, n. 1, p. 15-24, 1992.

SHARKEY, M. J.; WAHL, D. B. Superfamilia Ichneumonoidea. *In*: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de La Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 287-292.

- SHAW, M. R.; EDGERLY, J. S. A new braconid genus (Hymenoptera) parasitizing webnners (Embiidina) in Trinidad. **Psyche**, v. 92, p. 505-511, 1985.
- SHAW, M. R.; HUDDLESTON, T. Classification and biology of braconid wasps. **Royal Entomological Society**, v. 7, n. 11, 1991.
- SHENEFELT, R. D. Pars 11. Braconidae 7. Alysiinae. In: VECHT, van der J.; SHENEFELT R. D. (ed.) **Hymenopterorum Catalogus (nova edition)**. Dr. W. Junk, The Hague, 937-1113, 1974.
- SHIMBORI, E. M. **Sistema hospedeiro-parasitoide associado à *Piper glabratum* Künth e *Piper mollicomum* Künth (Piperaceae) em fragmentos de mata no município de São Carlos, SP**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) –Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- SILVA, C. G. Inimigos naturais de *Peckia chrysostoma* (Wiedemann, 1830) (Díptera: Sarcophagidae) coletados em floresta nativa em Lavras – MG. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Ambientais**, n. 1, p. 6-8. 2007.
- SILVA, T. M.; ZAMPIERON, S. L. M. Interações entre parasitoides e insetos endófagos em frutos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae) no Cerrado Mineiro. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 2, 2016.
- SILVEIRA, F. A.; NEGREIROS, D.; BARBOSA, N. P.; BUISSON, E.; CARMO, F. F.; CARSTENSEN, D. W.; CONCEIÇÃO, A. A.; CORNELISSEN, T. G.; ECHTERNACHT, L.; FERNANDES, G. W.; GARCIA, Q. S.; GUERRA, T. J.; JACOBI, C. M.; LEMOS-FILHO, J. P.; LE STRADIC, S.; MORELLATO, L. P.; NEVES, F. S.; OLIVEIRA, R. S.; SCHAEFER, C. E.; VIANA, P. L.; LAMBERS, H. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered *campo rupestre*: a neglected conservation priority. **Plant and soil**, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016.
- SILVEIRA NETO, S.; SILVEIRA, A. C. Armadilha luminosa modelo “Luiz de Queiroz”. **O solo**, v. 61, n. 2, p. 19-21, 1969.
- SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, n. 4148, p. 688-688, 1949.
- SOTA, T. Altitudinal variation in life cycles of carabid beetles: life-cycle strategy and colonization in alpine zones. **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, v.28, p.441-447, 1996.
- SOUTHWOOD, T. R. E. The construction, description and analysis of age-specific life-tables. In: **Ecological methods**. Springer, Dordrecht, 1978, p. 356-387.
- SOUZA, C. S. **Hymenoptera parasitoides associados à Geometridae (Lepidoptera) em quatro áreas da Fazenda Canchim (Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP) com ênfase nos Microgastrinae (Braconidae) e Campopleginae (Ichneumonidae)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- SOUZA-GESSNER, C. S.; ALMEIDA, L. F. V.; PENTEADO-DIAS, A. M. Four new species of *Coelinius* (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) from neotropical region. **Zootaxa**, v. 4586, n. 2, p. 278-288, 2019.
- STEFANESCU, C.; HERRANDO, S.; PÁRAMO, F. Butterfly species richness in the north-west Mediterranean Basin: the role of natural and human-induced factors. **Journal of biogeography**, v. 31, n. 6, p. 905-915, 2004.
- STIGENBERG, J.; PERIS-FELIPO, F. J. Contribution to the knowledge of Swedish Dacnusiini (Hymenoptera, Braconidae: Alysiinae): checklist and seven new species records. **Journal of Insect Biodiversity and Systematics**, v. 5, n. 3, p. 221-230, 2019.
- STOLTZ, D. B.; WHITFIELD, J. B. Viruses and virus-like entities in the parasitic Hymenoptera. **Journal of Hymenoptera research**, v. 1, n. 1, p. 125-139, 1992.
- STORK, N. E.; MCBROOM, J.; GELY, C.; HAMILTON, A. J. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 24, p. 7519-7523, 2015.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, S. R. Insects on plants. Community patterns and mechanisms. **Blackwell Scientific Publicatons**, 1984.

TEAM, R. C. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. <https://www.R-project.org/>.

TOWNES, H. Some biological characteristics of the Ichneumonidae (Hymenoptera) in relation to biological control. **Journal of Economic Entomology**, v. 51, n. 5, p. 650-652, 1958.

TOWNES, H. A light-weight Malaise trap. **Entomological news**, v. 83, n. 9, p. 239-247, 1972.

TRIPLEHORN, C. A; JOHNSON, N. F. **Borrer and DeLong's Introduction to the Study of Insects**. Belmont, CA: Thompson Brooks/Cole, 2005, 864 p.

TROSTLE, M.; CARREJO, N. S.; MERCADO, I.; WHARTON, R. A. Two new species of *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) from south America. **Entomological Society of Washington (USA)**, v. 101, n. 1, p. 197-207, 1999.

TUKEY, J. W. Section of mathematics and engineering: Some selected quick and easy methods of statistical analysis. **Transactions of the New York Academy of Sciences**, v. 16, n. 2 Series II, p. 88-97, 1953.

TURVEY, S. T.; CREES, J. J. Extinction in the Anthropocene. **Current Biology**, v. 29, n. 19, p. R982-R986, 2019.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; MOLINA, R. M. D. S.; OLIVEIRA, I. D.; ZUCCHI, R. A.; CANAL, N. A.; DÍAZ, N. B. Larval endoparasitoids (Hymenoptera) of frugivorous flies (Diptera, Tephritoidea) reared from fruits of the cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 2, p. 181-186, 2003.

VAN ACHTERBERG, C. The Holarctic genus *Anisocyrta* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae). **Zoologische Mededelingen**, v. 60, n. 20, p. 285-297, 1986.

VAN ACHTERBERG, C. Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). **Zoologische Verhandelingen**, Leiden, v. 283, p. 1-189, 1993.

VAN ACHTERBERG, K. Can Townes type Malaise traps be improved? Some recent developments. **Entomologische berichten**, v. 69, n. 4. p. 129-135. 2009.

VAN ACHTERBERG, C.; MARSH, P. M. Revision of the genus *Psenobolus* Reinhard (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae). **Zoologische Mededelingen**, v. 76, p. 1-25, 2002.

VAN ALPHEN, J. J. M.; JANSSEN, A. R. M. Host selection by *Asobara tabida* Nees (Braconidae: Alysiinae) a larval parasitoid of fruit inhabiting *Drosophila* species, 2: host species selection. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 32, n. 2, p. 194-214, 1981.

VAN NOORT, S. 2020. WaspWeb: Hymenoptera of the Afrotropical region. Acesso em novembro de 2020. Disponível em [www.waspweb.org](http://www.waspweb.org).

VANIN, S. A. Filogenia e classificação. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto, São Paulo, Holos Editora, 2012, p. 81-110.

VELDMAN, J. W.; BUISSON, E.; DURIGAN, G.; FERNANDES, G. W.; LE STRADIC, S.; MAHY, G.; NEGREIROS, D.; OVERBECK, G. E.; VELDMAN, R. G.; ZALOUMIS, N. P.; PUTZ, F. E.; BOND, W. J. Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 3, p. 154-162, 2015.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1991, 123 p.

VET, L. E. M.; VAN LENTEREN, J. V.; HEYMANS, M.; MEELIS, E. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. **Physiological Entomology**, v. 8, n. 1, p. 97-106, 1983.

VICENTE, L. O. **Diversidade de Vespas Sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) do Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas–MG**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Tecnologia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Bambuí, 2019.

VINOGRADOVA, E. B.; ZINOVJEVA, K. B. The control of seasonal development in parasites of blow flies. IV. Patterns of photoperiodic reaction in *Alysia manducator* Panz. (Hymenoptera, Braconidae). In: ZASLAVSKII, V. A. (ed.) **Host parasite relation in insects**. Nauka, Leningrad, 1972, p. 112-117.

WHARTON, R. A. Review of the Nearctic Alysiini (Hymenoptera: Braconidae) with discussion of generic relationships within the tribe. **University of California Publications in Entomology**, v. 88, p. 1-112, 1980.

WHARTON, R. A. Biology of the Alysiini (Hymenoptera), parasitoids of cyclorrhaphous Diptera. **Texas Agricultural Experiment Station Technical Monograph 11.**, p. 1-39. 1984.

WHARTON, R. A. New genera, species, and records of New World Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae). Nuevos géneros, especies y registros de Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) del Nuevo Mundo. **Proceedings of the Entomological Society of Washington.**, v. 96, n. 4, p. 630-664, 1994.

WHARTON, R. A. Can braconid classification be restructured to facilitate portrayal of relationships. AUSTIN, A. D.; DOWTON, M. (ed.) **Hymenoptera Evolution, Biodiversity and Biological Control**. CSIRO Publishing Australia, 2000, p. 143-153.

WHARTON, R. A. Revision of the Australian Alysiini (Hymenoptera: Braconidae). **Invertebrate Systematics**, v. 16, n. 1, p. 7-105, 2002. <https://doi.org/10.1071/IT01012>

WHARTON R. A. Subfamily Alysiinae. In: WHARTON R. A., MARSH P. M., SHARKEY M. J. (ed.) **Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**. Washington, International Society of Hymenopterists, 2 ed., 2017, p. 82-111.

WHARTON R. A.; MARSH P. M.; SHARKEY M. J. **Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**. Washington, International Society of Hymenopterists, 2 ed., 2017, 476 p.

WHARTON, R. A.; SHAW, S. R.; SHARKEY, M. J. WAHL, D. B.; WOOLLEY, J. B.; MARSH, P. M.; JOHNSON, J. W. Phylogeny of the subfamilies of the family Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea: a reassessment. **Cladistics**, v. 8, p. 199-235, 1992.

WHEELER, M. R. Family Drosophilidae. In: **A Catalog of the Diptera of the Americas South of the United States**. 96a. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, v. 79, 1970, 65 p.

WHITFIELD, J. B. Estimating the age of the polydnavirus/braconid wasp symbiosis. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 11, p. 7508-7513, 2002.

WHITFIELD, J. B. Subfamily Miracinae. In: WHARTON R. A., MARSH P. M., SHARKEY M. J. (ed.) **Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**. Washington, International Society of Hymenopterists, 2 ed., 2017, p. 371-372.

WHITFIELD, J. B.; LEWIS, C. N. Analytical survey of the braconid wasp fauna (Hymenoptera: Braconidae) on six midwestern US tallgrass prairies. **Annals of the Entomological society of America**, v. 94, n. 2, p. 230-238, 2001.

WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. **Springer**, 8 jun., 2016, 260 p.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. **Biodiversity**. National Academy Press, Whasington, 1988, 521 p.

- WINGO, C. W. Laboratory adaptation of an indigenous braconid parasite to the face fly. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, n. 3, p. 748-751, 1970.
- WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal Animal Ecology**, v.47, p.369–381, 1978.
- WOLDA, H. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.19, p.1–18, 1988.
- YAMADA, M. V. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em área de mata Atlântica do Parque Estadual do Jaraguá**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.
- YAMADA, M. V. **Diversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes de mata atlântica Ombrófila Densa**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- YU, D. S. K., VAN ACHTERBERG; K., HORSTMANN, K. Home of Ichneumonoidea. Taxapad, Ottawa, Ontario, 2016 [database on flash-drive]
- ZALDÍVAR-RIVERÓN, A.; MARTÍNEZ, J. J.; BELOKOBYSKIY, S. A.; PEDRAZA-LARA, C.; SHAW, S. R.; HANSON, P. E.; VARELA-HERNÁNDEZ, F. Systematics and evolution of gall formation in the plant-associated genera of the wasp subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae). **Systematic Entomology**, v. 39, n. 4, p. 633-659, 2014.

## APÊNDICE A

### Detalhes sobre as variáveis abióticas registradas no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG

Período de registro das variáveis ambientais em cada área de coleta. Áreas I, III e V (sombreadas) se referem a matas de galeria e II, IV e VI a campos rupestres (*sensu stricto*).

ÁREAS DE COLETA							
Coleta	Mês	I	II	III	IV	V	VI
2	Janeiro	05 a 07-01-19	05 a 07-01-19	06 a 08-01-19	06 a 08-01-19	06 a 08-01-19	06 a 08-01-19
3	Fevereiro	06 a 08-02-19	06 a 08-02-19	06 a 08-02-19	05 a 08-02-19	05 a 07-02-19	05 a 07-02-19
4	Março	06 a 08-03-19	06 a 08-03-19	06 a 08-03-19	06 a 08-03-19	07 a 09-03-19	07 a 09-03-19
5	Abri	02 a 04-04-19	02 a 04-04-19	02 a 04-04-19	02 a 04-04-19	03 a 05-04-19	03 a 05-04-19
6	Mai	06 a 08-05-19	06 a 08-05-19	06 a 08-05-19	06 a 08-05-19	07 a 09-05-19	07 a 09-05-19
7	Junho	04 a 06-06-19	04 a 06-06-19	04 a 06-06-19	04 a 06-06-19	05 a 07-06-19	05 a 07-06-19
8	Julho	12 a 14-07-19	12 a 14-07-19	12 a 14-07-19	12 a 14-07-19	13 a 15-07-19	13 a 15-07-19
9	Agosto	20 a 22-08-19	20 a 22-08-19	20 a 22-08-19	20 a 22-08-19	21 a 23-08-19	21 a 23-08-19
10	Setembro	26 a 28-09-19	26 a 28-09-19	26 a 28-09-19	26 a 28-09-19	27 a 29-09-19	27 a 29-09-19
11	Outubro	26 a 28-10-19	26 a 28-10-19	26 a 28-10-19	26 a 28-10-19	27 a 29-10-19	27 a 29-10-19

Valores médios das variáveis ambientais registradas nos ambientes estudados no Parque Nacional da Serra da Canastra. (média±dp: média total e desvio padrão; mmín-mmáx: média mínima e média máxima; mín-máx: registro mínimo e máximo).

Período	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa (%)			Temp. pto. de condensação (°C)		
	média±dp	mmín-mmax	min-max	média±dp	mmín-mmax	min-max	média±dp	mmín-mmax	min-max
<b>Jan.</b>	22,8 ± 2,2	20,2 - 26,7	15,0 - 39,5	72,4 ± 8,6	59,1 - 85,1	30,0 - 98,0	17,0 ± 0,3	16,5 - 17,4	13,0 - 21,0
<b>Fev.</b>	19,6 ± 1,1	18,0 - 21,1	15,0 - 33,5	89,7 ± 5,3	83,2 - 98,5	45,0 - 101,5	17,5 ± 0,6	16,7 - 18,0	14,2 - 23,8
<b>Mar.</b>	21,0 ± 1,3	19,6 - 23,1	14,5 - 39,0	83,0 ± 3,8	77,9 - 87,8	37,5 - 98,0	17,8 ± 0,6	17,0 - 18,6	13,1 - 22,3
<b>Abr.</b>	21,6 ± 1,8	19,4 - 23,8	12,5 - 34,0	77,5 ± 6,3	70,9 - 85,4	41,0 - 97,0	17,2 ± 0,9	15,7 - 18,1	11,0 - 23,2
<b>Mai.</b>	19,9 ± 1,7	17,8 - 22,2	12,0 - 37,5	81,8 ± 5,2	75,5 - 88,7	38,5 - 97,0	16,5 ± 0,9	15,1 - 17,3	10,7 - 21,0
<b>Jun.</b>	13,3 ± 1,4	11,7 - 14,7	6,0 - 31,0	75,7 ± 3,7	70,9 - 80,5	36,0 - 95,5	8,7 ± 0,6	7,9 - 9,3	5,0 - 16,1
<b>Jul.</b>	16,9 ± 2,0	14,6 - 19,2	6,0 - 38,3	65,0 ± 6,9	58,7 - 74,8	28,0 - 89,5	9,9 ± 1,2	8,4 - 12,0	3,3 - 20,4
<b>Ago.</b>	17,7 ± 1,7	15,1 - 19,7	8,5 - 34,0	73,9 ± 5,1	68,8 - 81,0	25,5 - 97,0	12,7 ± 1,6	10,2 - 14,7	6,4 - 21,7
<b>Set.</b>	16,9 ± 2,0	14,8 - 20,30	9,0 - 33,3	84,3 ± 6,8	72,9 - 92,6	34,5 - 97,5	14,1 ± 1,1	12,8 - 15,8	7,5 - 20,2
<b>Out.</b>	20,9 ± 1,0	21,6 - 24,4	15,0 - 36,5	68,7 ± 2,6	65,8 - 72,9	41,5 - 94,0	17,2 ± 0,5	16,3 - 17,6	12,8 - 27,3

Valores médios das variáveis ambientais registradas agrupadas de acordo com o tipo de fitofisionomia das áreas amostradas. (Mata: mata de galeria, áreas I, III e V; Campo: campos rupestres, áreas II, IV e VI; média  $\pm$  dp: média e desvio padrão; máximo - mínimo: registro máximo e mínimo; amplitude: diferença entre o registro máximo e mínimo).

Temperatura do ar (°C)						
Período	média $\pm$ dp		máximo - mínimo		amplitude	
	Mata	Campo	Mata	Campo	Mata	Campo
<b>Jan.</b>	21,3 $\pm$ 1,1	24,3 $\pm$ 2,2	15,0 - 27,5	16,5 - 39,5	12,5	23,0
<b>Fev.</b>	18,8 $\pm$ 0,9	20,3 $\pm$ 1,0	15,5 - 33,0	15,0 - 33,5	17,5	18,5
<b>Mar.</b>	20,3 $\pm$ 0,8	21,8 $\pm$ 1,3	14,5 - 26,5	16,0 - 39,0	12,0	23,0
<b>Abr.</b>	20,2 $\pm$ 0,8	23,1 $\pm$ 1,0	12,5 - 26,5	15,0 - 34,0	14,0	19,0
<b>Mai.</b>	18,7 $\pm$ 0,9	21,2 $\pm$ 1,3	12,0 - 28,5	13,5 - 37,5	16,5	24,0
<b>Jun.</b>	12,4 $\pm$ 0,8	14,1 $\pm$ 0,8	7,0 - 25,0	6,0 - 31,0	18,0	25,0
<b>Jul.</b>	15,2 $\pm$ 0,7	18,6 $\pm$ 0,7	6,0 - 27,0	9,4 - 38,3	21,0	28,9
<b>Ago.</b>	16,6 $\pm$ 1,5	18,8 $\pm$ 1,1	8,5 - 30,0	10,0 - 34,0	21,5	24,0
<b>Set.</b>	16,2 $\pm$ 1,6	17,6 $\pm$ 2,5	9,0 - 25,0	11,0 - 33,3	16,0	22,3
<b>Out.</b>	22,9 $\pm$ 1,1	23,7 $\pm$ 0,7	15,0 - 26,0	15,0 - 36,5	11,0	21,5

Umidade relativa do ar (%)						
Período	média $\pm$ dp		máximo - mínimo		amplitude	
	Mata	Campo	Mata	Campo	Mata	Campo
<b>Jan.</b>	77,9 $\pm$ 6,3	66,8 $\pm$ 7,4	55,5 - 98,0	30,0 - 95,0	42,5	65,0
<b>Fev.</b>	93,6 $\pm$ 4,3	85,7 $\pm$ 2,2	50,5 - 101,5	45,0 - 99,5	51,0	54,5
<b>Mar.</b>	86,1 $\pm$ 1,5	79,9 $\pm$ 2,2	67,5 - 98,0	37,5 - 96,5	30,5	59,0
<b>Abr.</b>	83,0 $\pm$ 2,6	72,0 $\pm$ 1,0	47,5 - 97,0	41,0 - 94,0	49,5	53,0
<b>Mai.</b>	86,2 $\pm$ 2,2	77,4 $\pm$ 1,9	63,0 - 97,0	38,5 - 94,5	34,0	56,0
<b>Jun.</b>	78,9 $\pm$ 1,4	72,5 $\pm$ 1,5	53,0 - 94,0	36,0 - 95,5	41,0	59,5
<b>Jul.</b>	70,8 $\pm$ 4,1	59,2 $\pm$ 0,6	41,5 - 89,5	28,0 - 88,0	48,0	50,0
<b>Ago.</b>	78,1 $\pm$ 3,3	69,7 $\pm$ 0,9	36,5 - 94,5	25,5 - 97,0	58,0	71,5
<b>Set.</b>	87,3 $\pm$ 5,8	81,4 $\pm$ 7,4	57,5 - 94,5	34,5 - 97,5	36,5	63,0
<b>Out.</b>	70,7 $\pm$ 1,9	66,8 $\pm$ 1,0	52,5 - 94,0	41,5 - 91,0	41,5	49,5

Temperatura do ponto de condensação (°C)						
Período	média $\pm$ dp		máximo - mínimo		amplitude	
	Mata	Campo	Mata	Campo	Mata	Campo
<b>Jan.</b>	17,1 $\pm$ 0,5	17,0 $\pm$ 0,2	13,0 - 20,1	14,2 - 21,0	7,1	6,8
<b>Fev.</b>	17,5 $\pm$ 0,7	17,5 $\pm$ 0,6	14,6 - 21,8	14,2 - 23,8	7,2	9,6
<b>Mar.</b>	17,8 $\pm$ 0,7	17,9 $\pm$ 0,7	13,1 - 21,5	14,9 - 22,3	8,4	7,4
<b>Abr.</b>	17,1 $\pm$ 1,2	17,3 $\pm$ 0,9	11,0 - 21,3	13,5 - 23,2	10,3	9,7
<b>Mai.</b>	16,3 $\pm$ 1,0	16,7 $\pm$ 0,9	10,7 - 20,8	12,5 - 21,0	10,1	8,5
<b>Jun.</b>	8,7 $\pm$ 0,7	8,7 $\pm$ 0,5	5,2 - 14,8	5,0 - 16,1	9,6	11,1
<b>Jul.</b>	9,5 $\pm$ 0,9	10,4 $\pm$ 1,5	3,3 - 14,6	6,1 - 20,4	11,3	14,3
<b>Ago.</b>	12,5 $\pm$ 2,3	12,9 $\pm$ 1,1	6,4 - 21,7	9,1 - 18,9	15,3	9,8
<b>Set.</b>	13,9 $\pm$ 1,0	14,4 $\pm$ 1,5	7,5 - 16,9	10,0 - 20,2	9,4	10,2
<b>Out.</b>	17,0 $\pm$ 0,7	17,4 $\pm$ 0,2	13,0 - 27,0	12,8 - 27,3	14	14,5

## ANEXO A

## Artigo publicado em periódico

O texto completo está disponível para acesso e download em:  
<https://doi.org/10.3897/zookeys.976.56751>

ZooKeys 976: 109–130 (2020)  
 doi: 10.3897/zookeys.976.56751  
<https://zookeys.pensoft.net>

RESEARCH ARTICLE



## An update of the genera *Idiasta* Foerster and *Rhacalysia* Cameron (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae) and the descriptions of new species from the Neotropical Region

Francielle Dias de Oliveira<sup>1</sup>, Angélica Maria Pentead-Dias<sup>2</sup>

**1** Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, CP 676, CEP 13 565–905, São Carlos, SP, Brazil **2** Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, CP 676, CEP 13 565–905, São Carlos, SP, Brazil

Corresponding author: Francielle Oliveira (fdoliveira1@gmail.com); Angélica Pentead-Dias (angelica@ufscar.br)

---

Academic editor: K. van Achterberg | Received 20 July 2020 | Accepted 1 September 2020 | Published 20 October 2020

---

<http://zoobank.org/4C812D81-FCC1-42D6-B4B8-6E079086CEB8>

---

**Citation:** de Oliveira FD, Pentead-Dias AM (2020) An update of the genera *Idiasta* Foerster and *Rhacalysia* Cameron (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae) and the descriptions of new species from the Neotropical Region. *ZooKeys* 976: 109–130. <https://doi.org/10.3897/zookeys.976.56751>

---

### Abstract

Taxonomic combinations have been made involving the two genera *Idiasta* Foerster and *Rhacalysia* Cameron. Four new species are described from Brazil: *Idiasta rupina* sp. nov., *Rhacalysia ampla* sp. nov., *Rhacalysia jatai* sp. nov., and *Rhacalysia monteiroi* sp. nov. Dichotomous identification keys to the Neotropical species of *Idiasta* and *Rhacalysia* are provided. *Phaenocarpa delicata* Papp, 1969 is included in *Rhacalysia* and is a new combination.

### Keywords

Alysiini, Brazil, parasitic wasp, parasitoid, taxonomy