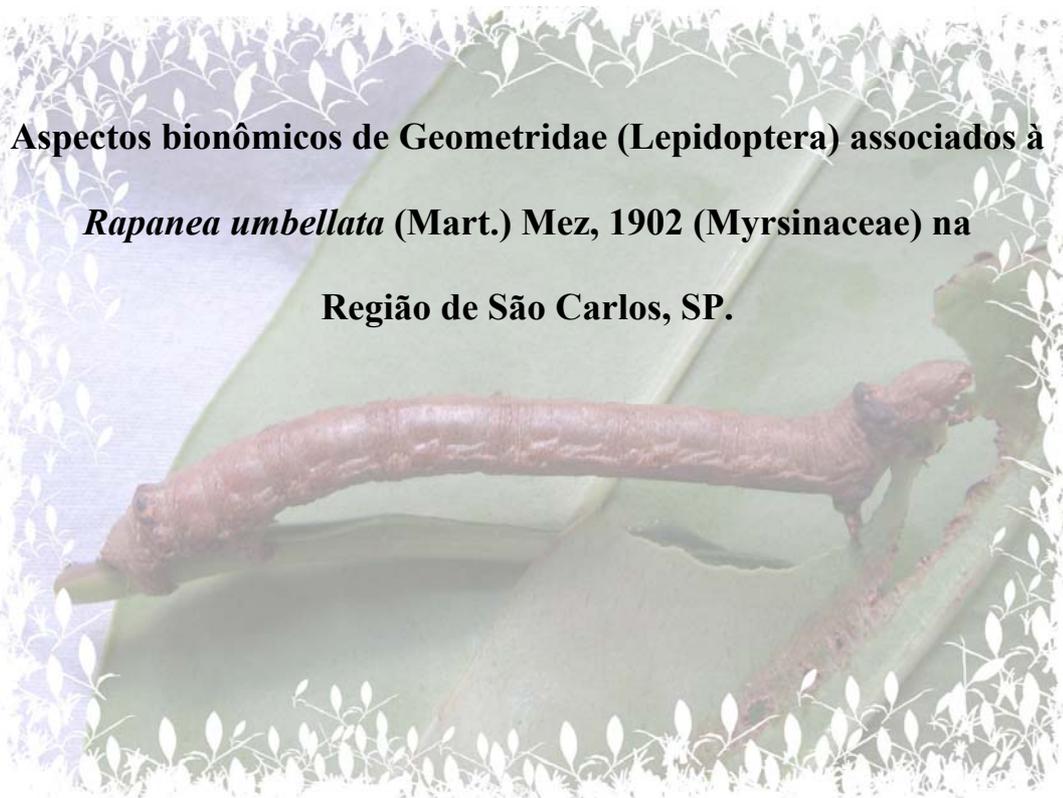


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



**Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à  
*Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae) na  
Região de São Carlos, SP.**

**Luciana Tereza Estriga de Barros**

- São Carlos -

2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E**  
**RECURSOS NATURAIS**

**Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à**  
***Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae) na**  
**Região de São Carlos, SP.**

**Luciana Tereza Estriga de Barros**

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

- São Carlos -

2007

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar

E82ab

Estriga, Luciana.

Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae) na região de São Carlos, SP / Luciana Estriga. -- São Carlos : UFSCar, 2007.  
68 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Ecologia. 2. Geometridae. 3. Hymenoptera parasítica. 4. Lepidoptera. 5. *Rapanea umbellata*. I. Título.

CDD: 574.5 (20ª)

**Luciana Tereza Estriga de Barros**

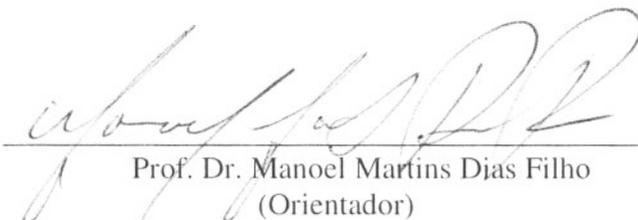
Aspectos Bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à Rapanea umbellata (Mart.) Mez, 1902. (Myrsinaceae) na região de São Carlos, SP

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

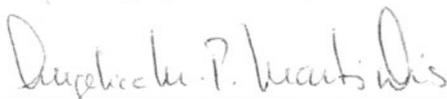
Aprovada em 20 de julho de 2007

BANCA EXAMINADORA

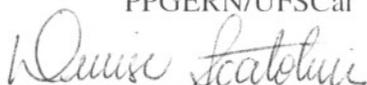
Presidente

  
Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho  
(Orientador)

1º Examinador

  
Prof. Dra. Angélica M.P.M. Dias  
PPGERN/UFSCar

2º Examinador

  
Prof. Dra. Denise Scatolini  
V.E./São Carlos-SP

Aos meus pais Vera e Victor.

## AGRADECIMENTOS

---

Quero deixar minha gratidão e reconhecimento a todas as pessoas e entidades que colaboraram na realização deste trabalho, em especial:

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – pela bolsa de estudos fundamental para minha formação e sobrevivência.

Ao Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho por tudo que sua pessoa representa, por sua dedicação, competência, paciência, gentileza, carinho, calma, bom humor, peculiaridades e pela oportunidade de compartilhar uma ínfima parte de seu conhecimento.

À Profa. Dra. Angélica Maria Penteadó Martins Dias pelo apoio, incentivo, paciência e carinho; pela identificação dos parasitóides do presente estudo, por presidir a banca do exame de qualificação e por compor a banca de defesa desta dissertação.

À Dra. Denise Scatolini, por compor minha banca de mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de realizar este estudo e ao pessoal da secretaria do PPG-ERN pela prestatividade e ajuda sempre que solicitada.

Aos membros que participaram da banca de qualificação, Profa. Dra. Alaíde Fonseca Gessner e Profa. Dra. Odete Rocha pelas sugestões que foram de grande valia.

Aos professores do PPG-ERN pelos ensinamentos.

Aos meus amigos: Abrão, Tadocas, Marcão, André Vitor, Celso, Paula, Peposo, Má Caticoca, Cervini, Tetéia, Cris, Tati Terasin, Joãozinho, Lair, Lulu e tantos outros, pela presença em minha vida.

A todos que me acompanharam durante as coletas e me forneceram além de agradável companhia, ajuda e várias risadas.

Aos amigos do laboratório: Ana Paula, Agatha, Helena, Priscila, Felipe, Clóvis, Diogo, Carlão e Ulisses pelo convívio diário (*ou não*), contribuições e amizade sejam ao longo dos anos de mestrado ou por raros momentos.

À Magda, Juliano, Rachel e Eduardo pela amizade, por coletarem comigo, pelos ensinamentos e por me ajudarem na organização final deste documento, que sem eles parecia não ter fim.

À princesa Nina, de quem eu sinto muita falta, e ao José pela amizade e ajuda e convivência.

À minha irmã de coração Renatinha, e sua Titinha, por esses anos de amizade, convivência, carinho, dedicação e por existir na minha vida.

À minha filhota Luinha, pela companhia e amor incondicional.

Ao meu amor, Lu, por tudo e mais um pouco.

Aos meus pais, Victor e Vera, à minha irmã Ligia e meu irmão Marcelo pelo amor, paciência, dedicação, confiança, apoio, por tudo. Sem eles eu nada seria.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto.

Muito Obrigada!

## *Resumo*

Este trabalho foi realizado em três diferentes áreas da Universidade Federal de São Carlos. Foram estudados os Geometridae associados à *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae). As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante o período de outubro de 2005 a abril de 2007 por meio de guarda-chuva entomológico. As larvas coletadas foram criadas em laboratório, utilizando a planta hospedeira para alimentá-las.

*Rapanea umbellata* teve o primeiro registro como planta hospedeira de Geometridae no presente estudo.

Ocorreram 14 espécies de Geometridae distribuída em 11 gêneros, 7 gêneros de Hymenoptera Parasitica e um Diptera Tachinidae. Dentre as espécies de Geometridae, a mais comum, com densidade relativa de 48,9%, foi *Phrygionis polita* (Cramer, 1780) Outros geometrídeos registrados foram: *P. paradoxata* (Guenée, [1858]), *Argyrotope melae* (Druce, 1892), *Opisthoxia sp.* Hübner, [1825], *Pero refellaria* (Guenée, [1858]), *Glena bipennaria* (Guenée, [1858]), *G. unipennaria* (Guenée, [1858]), *Hymenomima amberia* (Schaus, 1901), *Iridopsis chalcea* (Obertür, 1883), *Ischnopteris miseliata* (Guenée, [1858]), *Patalene* Herrich-Schäffer, [1854], *Oxydia apidania* (Cramer, [1779]), *O. vesulia* (Cramer, [1779]), *Prochoerodes tetragonata* (Guenée, [1958]). Os parasitóides Hymenoptera foram: *Euplectrus* Nestwood, 1832 (Eulophidae), *Charops* Homgren, 1859 (Ichneumonidae), *Hyposoter* Foerster, 1869 (Ichneumonidae), *Mesochorus* Gravenhorst, 1829 (Ichneumonidae), *Diolcogaster* Asmed, 1900 (Braconidae), *Hymenochaonia* Dalla Torre, 1898 (Braconidae), *Glyptapanteles* Ashmed, 1905 (Braconidae). A densidade de larvas apresentou dois picos, um na estação seca e um na estação chuvosa. Nesta mesma época, ocorreram as menores porcentagens de parasitismo.

O ciclo de desenvolvimento de *Phrygionis polita* foi estudado, sendo a primeira descrição dos estágios imaturos de uma espécie da tribo Palyadini.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geometridae; Hymenoptera parasítica; Lepidóptera, *Rapanea umbellata*.

## *Abstract*

This work was carried out in three different areas of Universidade Federal de São Carlos. We studied the Geometridae associated to *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae). The samples were collected at each two weeks, during the period of October of 2005 to april of 2007. It was used the method of entomological umbrella. The larvae were grown in the laboratory, using the host plant as food.

*Rapanea umbellata* had the first register as plant hostess of Geometridae in the present study. It occurred 14 species of Geometridae arranged in 11 genus, seven genus of Hymenoptera Parasitica and one Diptera. The common species that occurred was *Phrygionis polita* (Cramer, 1780), whose relative abundance was 48,9%. Other Geometridae recorded were: *P. paradoxata* (Guenée, [1858]), *Argyrotome melae* (Druce, 1892), *Opisthoxia sp.* Hübner, [1825], *Pero refellaria* (Guenée, [1858]), *Glena bipennaria* (Guenée, [1858]), *G. unipennaria* (Guenée, [1858]), *Hymenomima amberia* (Schaus, 1901), *Iridopsis chalcea* (Obertür, 1883), *Ischnopteris miseliata* (Guenée, [1858]), *Patalene* Herrich-Schäffer, [1854], *Oxydia apidania* (Cramer, [1779]), *O. vesulia* (Cramer, [1779]), *Prochoerodes tetragonata* (Guenée, [1958]). The Hymenoptera parasitoids were: *Euplectrus* Nestwood, 1832 (Eulophidae), *Charops* Homgren, 1859 (Ichneumonidae), *Hyposoter* Foerster, 1869 (Ichneumonidae), *Mesochorus* Gravenhorst, 1829 (Ichneumonidae), *Diolcogaster* Asmed, 1900 (Braconidae), *Hymenochaonia* Dalla Torre, 1898 (Braconidae), *Glyptapanteles* Ashmed, 1905 (Braconidae). The density of larvae shows two peaks, one at the dry season and one at the raining season. In the same time occurs the smaller percentage of parasitism.

The cycle of development of *Phrygionis polita* was studied, being the first description of the immature stages of a species of the Palyadini tribe.

**KEYWORDS:** Geometridae; Hymenoptera parasitoids; Lepidoptera *Rapanea umbellata*.

## *Lista de Figuras e Tabelas*

<b>Figura 1:</b> Vista de um ramo de <i>R. umbellata</i> (disponível em: <a href="http://arvoresdeirati.com/index.php?area=descricao&amp;id=104">http://arvoresdeirati.com/index.php?area=descricao&amp;id=104</a> , acesso em 05/07/2007) .....	4
<b>Figura 2:</b> Vista de um ramo de <i>R. umbellata</i> em floração (disponível em: <a href="http://www.nybg.org/botany/nee/ambo/Checklist/images-dil/Myrsine_umbel.jpg">http://www.nybg.org/botany/nee/ambo/Checklist/images-dil/Myrsine_umbel.jpg</a> , acesso em 05/07/2007) .....	4
<b>Figura 3:</b> Vista de um broto de <i>R. umbellata</i> (fotografia cedida por José Pedro Nepomuceno Ribeiro) .....	4
<b>Figura 4:</b> Venação das asas de Geometridae. A, Ennominae; B, Sterrhinae (segundo COSTA LIMA, 1950) .....	8
<b>Figura 5:</b> Diagrama das fitofisionomias do <i>campus</i> da Universidade Federal de São Carlos evidenciando as áreas de estudo I, II e III (cedido por Lapa-DHB/UFSCar e fotos aéreas por Google Earth, 2007) .....	13
<b>Figura 6:</b> Método de coleta com guarda-chuva entomológico .....	15
<b>Figura 7:</b> Trabalho com larvas no laboratório .....	15
<b>Figura 8:</b> Vista da armadilha luminosa instalada em uma coleta noturna (fotografia cedida pela Profª. Dra. Magda Yamada) .....	15
<b>Tabela 1:</b> Espécies de Geometridae registradas em <i>Rapanea umbellata</i> .....	17
<b>Figura 9:</b> Proporção entre os gêneros de Geometridae registrados em <i>Rapanea umbellata</i> .	17
<b>Figura 10:</b> <i>Phrygionis paradoxata</i> (macho) .....	18
<b>Figura 11:</b> <i>Argyrotope melae</i> (fêmea) .....	19
<b>Figura 12:</b> <i>Opisthoxia sp.</i> (fêmea) .....	19
<b>Figura 13:</b> Vista da parte basal das asas de uma mariposa (face inferior), mostrando acoplamento por meio de um frênuo (segundo COSTA LIMA, 1945) .....	20
<b>Figura 14:</b> Proporção de <i>Phrygionis polita</i> e <i>P. paradoxata</i> em relação às outras espécies de Geometridae no período de abril de 2006 a abril de 2007 .....	21
<b>Figuras 15 - 16:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 15, ovos na borda da folha; 16, idem, na face inferior da folha .....	26
<b>Figuras 17 - 18:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 17, ovos na face inferior da folha; 18, idem, em brotos, no ápice do ramo.....	27
<b>Figuras 19 - 20:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 19, larva de primeiro ínstar, lateral; 20, larva de segundo ínstar, látero-dorsal .....	28

<b>Figuras 21 - 22:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 21, larva de terceiro ínstar, látero-ventral; 22, larva de quarto ínstar, lateral .....	29
<b>Figuras 23 - 24:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 23, larva de quinto instar dorsal; 24, larva de quinto instar dorso-lateral .....	30
<b>Figuras 25 - 30:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 25, caápsula cefálica da larva de quinto instar, frontal; 26, idem, lateral; 27, pupa, ventral; 28, idem, lateral; 29, idem, dorsal; 30, cremáster, dorsal .....	31
<b>Figuras 31 - 32:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 31, pupa dorsal, em casulo semi-aberto; 32, idem, com aspecto geral do casulo aberto e última exúvia larval .....	32
<b>Figuras 33 - 34:</b> <i>Phrygionis polita</i> . 33, macho; 34, fêmea .....	33
<b>Figuras 35:</b> <i>Glena bipennaria</i> (macho), abdome retirado para estudo de genitália .....	36
<b>Figura 36:</b> <i>Glena unipennaria</i> (macho), abdome retirado para estudo de genitália .....	36
<b>Figura 37:</b> <i>Hymenomima amberia</i> (macho) .....	37
<b>Figura 38:</b> <i>Iridopsis chalcea</i> (macho) .....	37
<b>Figura 39:</b> <i>Ischnopteris miseliata</i> (macho) .....	38
<b>Figura 40:</b> <i>Patalene sp.</i> (macho) .....	39
<b>Figura 41:</b> <i>Oxydia apidaneae</i> (fêmea) .....	40
<b>Figura 42:</b> <i>Oxydia vesulia</i> (fêmea) .....	40
<b>Figura 43:</b> <i>Prochoerodes tetragonata</i> (fêmea) .....	42
<b>Figura 44:</b> Proporção entre os parasitóides dos Geometridae criados sobre <i>Rapanea umbellata</i> .....	43
<b>Tabela 2:</b> Hymenoptera Parasitóides de Geometridae e seus respectivos hospedeiros registrados em <i>Rapanea umbellata</i> .....	44
<b>Figura 45:</b> Ocorrência das larvas de Geometridae em <i>Rapanea umbellata</i> durante o período estudado (de abril de 2006 a abril de 2007). .....	49
<b>Figura 46:</b> Curva de Precipitação relacionada à temperatura indicando os períodos secos (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	50
<b>Figura 47:</b> Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à temperatura média (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	50
<b>Figura 48:</b> Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à umidade relativa (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	51
<b>Figura 49:</b> Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à precipitação (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	51

<b>Figura 50:</b> Ocorrência anual e densidade de parasitóides sobre as larvas dos Geometridae obtidos (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	51
<b>Figura 51:</b> Ocorrência de larvas de Geometridae relacionada à taxa de parasitismo (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	52
<b>Figura 52:</b> Taxa de parasitismo de larvas de Geometridae relacionada à temperatura média (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	52
<b>Figura 53:</b> Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à umidade relativa (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	53
<b>Figura 54:</b> Taxa de parasitismo em larvas de Geometridae relacionada à precipitação (de abril de 2006 a abril de 2007) .....	53
<b>Figura 55:</b> Curva de saturação de espécies de Geometridae de outubro de 2005 a abril de 2007 .....	54

# Sumário

<b>Dedicatória</b> .....	iv
<b>Agradecimentos</b> .....	v
<b>Resumo</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>Lista de figuras e tabelas</b> .....	ix
<b>Sumário</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Interações Tritróficas .....	1
1.1.2. Planta hospedeira .....	2
1.1.3. Insetos fitófagos .....	5
1.1.3.1. Lepidoptera .....	5
1.1.3.2. Geometridae .....	6
1.1.3.3. Ennominae .....	8
1.2. Inimigos Naturais .....	8
1.2.1. Superfamília Chalcidoidea .....	9
1.2.2. Superfamília Ichneumonoidea .....	10
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1. Área de estudo .....	12
3.2. Coleta de Material .....	14
3.3. Tratamento dos dados .....	16
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
4.1. Tribo Palyadini .....	18
4.1.1. Ciclo de desenvolvimento e estágios imaturos de <i>Phrygonis polita</i> .....	21
4.1.1.1. Morfologia .....	22
4.1.1.2. Bionomia .....	24
4.2. Tribo Azelinini .....	34
4.3. Tribo Boarmiini .....	34

4.4. Tribo Nacophorini .....	38
4.5. Tribo Nephodiini .....	39
4.6. Tribo Ourapterygini .....	39
4.7. Gênero sem tribo definida .....	41
4.8. Monofagia versus Polifagia .....	42
4.9. Parasitóides .....	43
4.9.1. Família Eulophidae .....	44
4.9.1.1. <i>Euplectrus</i> Westwood, 1832 .....	44
4.9.2. Família Ichneumonidae .....	45
4.9.2.1. <i>Charops</i> Homgren, 1859 (Campopleginae) .....	45
4.9.2.2. <i>Hyposoter</i> Foerster, 1869 (Campopleginae) .....	46
4.9.2.3. <i>Mesochorus</i> Gravenhorst, 1829 (Mesochorinae) .....	46
4.9.3. Família Braconidae .....	46
4.9.3.1. <i>Diolcogaster</i> Ashmead, 1900 (Microgastrinae) .....	47
4.9.3.2. <i>Glyptapanteles</i> Ashmead, 1905 (Microgastrinae) .....	47
4.9.3.3 <i>Hymenochaonia</i> Dalla Torre, 1898 (Macrocentrinae) .....	47
4.10. Riqueza e Densidade .....	48
4.11. Sazonalidade .....	48
4.12. Fatores abióticos .....	49
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Interações Tritróficas

Os ecossistemas naturais consistem em complexa rede de interações tróficas entre as plantas, os herbívoros e os inimigos naturais destes (ARAB & BENTO, 2006).

A associação herbívoro/planta exerce grande impacto tanto no aspecto ecológico quanto no aspecto evolutivo dos ecossistemas. A ação dos herbívoros pode prejudicar a capacidade reprodutiva das plantas com as quais os insetos interagem e, desse modo, as plantas sofrem constantemente pressões seletivas para se adaptarem contra a ação de insetos herbívoros (FERNANDES & BICALHO, 1995; BERNARDES & MORAIS, 2003).

Interações com os herbívoros podem representar, portanto, importante força seletiva, e várias características das plantas já foram identificadas como sendo defesas das populações vegetais contra esses animais, incluindo espinhos, pubescência, esclerofilia, mutualismo com formigas e abscisão precoce (COLEY & BARONE 1996).

As plantas se defendem do ataque de herbívoros por meio de mecanismos químicos e físicos, que podem afetar diretamente o desempenho dos herbívoros (defesa direta) ou auxiliar no recrutamento de inimigos naturais desses herbívoros (defesa indireta) (ARAGÃO *et al.*, 2000). A proteção de plantas por inimigos naturais dos herbívoros é bem documentada na literatura, sendo, em alguns casos, tão notável que os inimigos naturais são referidos como “guarda-costas” das plantas (WHITMAN, 1994 *apud* MATOS *et al.* 2006).

É importante ressaltar que plantas e inimigos naturais interagem de diferentes formas e que muitas não favorecem apenas os inimigos naturais, mas podem levar ao benefício de ambos (SABELIS *et al.* 1999 *apud* MATOS *et al.*, 2006). Isso não ocorre ao acaso, já que, no decorrer da evolução, essas interações podem ter surgido como fator fundamental para a sobrevivência das espécies (EDWARDS & WRATTEN, 1981).

A acumulação de compostos químicos secundários parece ser o sistema de defesa mais universal entre as plantas (KARBAN & BALDWIN, 1997 *apud* COSTA, 2004). É provável que esses compostos tenham desempenhado papel fundamental na mediação de interações evolutivas entre as plantas e outros organismos, incluindo insetos herbívoros (BECERRA, 1997), assim como destes últimos com seus próprios inimigos naturais (ODE *et al.*, 2004).

Por sua vez, os herbívoros que conseguem superar as barreiras impostas pelas plantas podem ter acesso a uma fonte de recursos pouco disputada (EHRlich & RAVEN, 1964).

Superadas as barreiras químicas, por exemplo, os herbívoros adaptados chegam a utilizar os próprios compostos secundários, que são tóxicos ou repelentes para insetos não-adaptados, como pistas confiáveis na localização e/ou reconhecimento de plantas hospedeiras potenciais (DETHIER, 1980; SCHOONHOVEN, 1981 *apud* COSTA, 2004).

É sabido que plantas sob o ataque de herbívoros liberam produtos químicos voláteis permitindo a orientação de predadores, parasitóides (DICKE & VAN LOON, 2000) o que indica serem esses sinais importantes para a localização da planta hospedeira e das presas. A produção de compostos voláteis pela planta pode também ser induzida em consequência da oviposição por herbívoros, atraindo assim, parasitóides (ARAB & BENTO, 2006). A quantidade de compostos voláteis liberados pela planta é dependente do grau de infestação e da idade das folhas (BAHADOORSINGH & KHAN, 2006).

A utilização de mecanismos de defesa indireta pelas plantas ocorre comumente na natureza e representa um componente da dinâmica populacional em muitas comunidades (PRICE, 1986 *apud* MATOS *et al.*, 2006). Este tipo de defesa age sobre os herbívoros por promover a efetividade do terceiro nível trófico, ou seja, dos seus inimigos naturais (DICKE 1999 *apud* MATOS *et al.*, 2006).

Para revelar essa enorme fração da biodiversidade terrestre, é necessário inventariar seus componentes. Tais inventários focais também fornecem informações sobre as ligações tróficas entre as espécies permitindo, assim, avaliar nas espécies relacionadas os efeitos em cascata resultantes da perda de espécies hospedeiras (LEWINSOHN *et al.*, 2005).

As relações entre os três níveis tróficos são bastante complexas e envolvem mecanismos de regulação, devido à alta dependência ou susceptibilidade que exercem entre si. Alterações no hábitat ou outras condições de vida de qualquer uma dessas classes podem provocar desequilíbrio que se estenderá por todas as outras (MARCONATO, 2001).

### **1.1.2. Planta hospedeira**

A planta hospedeira de larvas de Geometridae estudada no presente trabalho foi *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae) (Figuras 1, 2 e 3). Segundo SOUZA & LORENZI (2005), há divergência sobre o nome do principal gênero de Myrsinaceae no Brasil (*Myrsine* ou *Rapanea*); esses autores utilizam *Rapanea*, citando esse gênero como aparentemente o mais aceito. Trata-se de uma espécie perenifólia de médio porte que pode atingir até 20 m de altura, com fustes curtos e retos de até 50 cm de diâmetro. Nomes

populares: capororoca, capororoca-branca, pororoca, capororoca-de-folha-grande, jacaré-domato, caapororoca, capororocão (JUNG-MENDAÇOLLI & BERNACCI, 2006). BACKES & IRGANG (2002) descrevem que capororoca em tupi-guarani significa a “árvore que estala”.

Essa espécie possui casca cinzenta-esverdeada, grossa, verrugosa, com fissuras longitudinais. As folhas são simples, alternas, coriáceas, verde-escuras, mais claras na face inferior. As flores são amarelo-esverdeadas, pentâmeras, unissexuais, pequenas. Os frutos são do tipo drupa, esféricos de até 6,5 mm de diâmetro, de cor roxa (LORENZI, 2002).

Madeira de cor castanho-rosado, de valor secundário, utilizada na construção civil em obras internas. Presta-se para lenha e carvão. A casca é importante fonte de tanino e o seu decocto é considerado remédio contra a lepra (BACKES & IRGANG, 2002).

Produz anualmente abundante quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas por pássaros (LORENZI, 2002). Seus frutos são consumidos por sabiás, tucanos, jacus, gralhas e outras aves. A semente germina facilmente em qualquer tipo de solo, após os frutos passarem pelo tubo digestivo dos animais que os consomem. Assim, a espécie torna-se bastante agressiva em campos, capoeira, ou mesmo em ambiente urbano.

BACKES & IRGANG (2002) relatam que a espécie possui importância ecológica por ser pioneira, sendo indicada para a recuperação de áreas degradadas de campo ou de vegetação secundária.

Ocorre de Pernambuco até o Rio Grande do Sul nas: Matas Mesófilas semidecíduas, de Altitude, ribeirinhas, Atlântica de Encosta, mista com araucária e Cerrados.

É encontrada com flores entre março e dezembro e com frutos entre julho e fevereiro (JUNG-MENDAÇOLLI & BERNACCI, 2006). Em São Paulo é uma das espécies mais comuns ao lado de *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. Normalmente apresenta mais de 10 flores por inflorescência. É bastante variável, apresentando folhas maiores em matas de altitude (JUNG-MENDAÇOLLI & BERNACCI, 2006).



**Figura 1:** Vista de um ramo de *R. umbellata* (disponível em: <http://arvoresdeirati.com/index.php?area=descricao&id=104>, acesso em 05/07/2007).



**Figura 2:** Vista de um ramo de *R. umbellata* em floração (disponível em: [http://www.nybg.org/botany/nec/ambo/Checklist/images-dil/Myrsine\\_umbel.jpg](http://www.nybg.org/botany/nec/ambo/Checklist/images-dil/Myrsine_umbel.jpg), acesso em 05/07/2007).



**Figura 3:** Vista de um broto de *R. umbellata* (fotografia cedida por José Pedro Nepomuceno Ribeiro).

### 1.1.3. Insetos fitófagos

Os insetos representam o maior grupo animal que se conhece: 50% dos seres vivos; 70% dos animais; 73% dos invertebrados e 83% dos Arthropoda (LA SALLE & GAULD, 1993). São abundantes, numerosos e muito importantes ecológica e economicamente para o homem. Segundo BORROR (1969), os insetos ultrapassam em número todos os outros animais terrestres e ocorrem praticamente em todos os lugares, e de acordo com o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), cerca de cinco mil novas espécies são descritas anualmente (NAKANO *et al.* 2002).

Apresentam alimentação bastante variada, muitos são fitófagos e praticamente toda planta serve de alimento para algum tipo de inseto. Nos ecossistemas naturais, a interação flora/fauna apresenta diversos aspectos. Um deles refere-se às interações inseto/planta, no qual o primeiro se beneficia alimentando-se da seiva, das folhas, do néctar e pólen, e a segunda se beneficia com a polinização, na decomposição da serapilheira e na absorção dos nutrientes. Por sua vez estes insetos servem de alimento para diversos animais.

Nos sistemas naturais, há um equilíbrio dinâmico entre os seres vivos e o meio, resultante das interações entre eles, de modo que a densidade populacional dos insetos fitófagos é controlada, principalmente pela densidade das espécies vegetais pelas quais eles têm preferência e/ou por seus inimigos naturais (parasitóides, predadores ou agentes patogênicos). Além desses fatores, as variáveis climáticas, tais como, umidade e temperatura, atuam sobre a densidade das populações (CARROLL & PEARSON, 1998).

#### 1.1.3.1. Os Lepidoptera

Seu papel ecológico é reconhecido como de grande importância, seja na fase de imago ou de estágios imaturos, por participarem de um conjunto de relações tritróficas nos ecossistemas, onde desempenham um caráter de interface entre o primeiro (plantas) e o terceiro nível trófico (parasitóides e predadores), incorrendo em sofisticadas relações de adaptação e coevolução relacionadas às estratégias de ataque e defesa.

Compreendem as borboletas e mariposas e estão entre as quatro maiores ordens de insetos. BUZZI (2002) mencionou 150.000 espécies descritas para a fauna mundial, sendo mais de 35% na região Neotropical (DIAS, 2006). Entretanto, estima-se que este número deverá ser muito maior com a soma de resultados de futuros inventários faunísticos. Estima-se

que somente 57% da fauna mundial seja conhecida e que o número aproximado total de espécies deva chegar próximo a 255.000 espécies (BUZZI, 2002).

Borboletas e mariposas são de grande ajuda na avaliação e monitoramento ambientais e seu uso como bioindicadores tem sido intensificado nos últimos anos (BROWN, 1991, 1996, 1997, 2001; ERHARDT & THOMAS, 1991; THOMAS *et al*, 1998; BROWN & FREITAS, 2000, 2002).

Os adultos do grupo apresentam asas membranosas revestidas por escamas; adultos com peças bucais do tipo sugador maxilar (espirotromba longa, fina e enrolada em espiral, às vezes atrofiada e raramente ausente, outros ainda podem apresentar aparelho bucal mastigador); antenas alongadas de formas variáveis; olhos compostos grandes e ocelos; abdome mais ou menos cilíndrico, com dez segmentos, sem cercos; metamorfose completa com número variável de instares no estágio larval, sendo na maioria de quatro a oito; larvas do tipo eruciforme e pupas do tipo obtecta (com exceção das mais primitivas); muitas envoltas num casulo, feito pela larva de último instar (BUZZI, 2002). Esse casulo pode ser constituído por poucos fios de seda, unindo folhas ou fragmentos do substrato, até aqueles totalmente compostos por seda, bastante elaborados.

A larva vive associada à planta hospedeira, desenvolvendo inúmeras adaptações e estratégias de sobrevivência relacionadas aos seus predadores e parasitóides (MARCONATO, 2001). A maioria das larvas de Lepidoptera vive exposta, alimentando-se sobre a planta.

Existem poucas informações bionômicas sobre a fauna de lepidópteros na região Neotropical. As espécies desse grupo ocorrentes no Cerrado brasileiro foram estimadas por meio da identificação dos indivíduos adultos. A lista atual das larvas de lepidópteros com suas plantas hospedeiras representa cerca de 5% (10.000 espécies) da fauna estimada de lepidópteros (DINIZ *et al.* 2001).

#### **1.1.3.2. Os Geometridae**

Os Geometridae compreendem mais de 20.000 espécies descritas na fauna mundial, sendo uma das três famílias de Lepidoptera mais ricas em espécies (PITKIN, 2002). HEPPNER (1991) referiu-se a 7.956 espécies neotropicais; esse número vem sendo constantemente acrescido em revisões recentes.

Composta por espécies de mariposas cosmopolitas, de tamanho pequeno a médio na maioria; corpo geralmente delgado e asas largas. Em repouso, permanecem com as asas

abertas, na maioria das espécies, nas quais as asas anteriores e posteriores têm geralmente o mesmo padrão de cores e desenhos.

Os adultos têm hábito noturno em sua maioria; há espécies diurnas, geralmente de cores vivas. Apresentam órgão timpânico localizado na base do abdome, constituído por um par de aberturas ventro-laterais.

A larva é muito peculiar na forma de locomoção (*mede-palms*), característica relacionada à ausência dos três primeiros pares de pernas abdominais nos segmentos A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> na maioria das espécies. É esse tipo característico de locomoção, que dá a impressão de o inseto estar medindo a superfície de deslocamento, o que levou Linnaeus a adotar o nome *Geometra* (*ge*, terra + *metron*, medida), para o gênero tipo desse grupo de lepidópteros (COSTA LIMA, 1950).

É um grupo relativamente hábitat-específico de insetos herbívoros e assim muito apropriados para estudos ecológicos (GUNNAR & FIEDLER, 2003).

A família é dividida atualmente em nove subfamílias (HOLLOWAY *et al.*, 2001 *apud* GUNNAR & FIEDLER, 2003), acrescentando Desmobathrinae, Orthostixinae e Alsophilinae à classificação utilizada por muitos autores, que consideram os Geometridae divididos em seis subfamílias. Estas estão em FLETCHER (1979): Archiarinae, Oenochrominae, Geometrinae, Sterrhinae, Larentiinae e Ennominae. Este autor listou os gêneros de Geometroidea, com suas respectivas espécies-tipo.

Apesar do grande número de espécies, aspectos bionômicos são pouco conhecidos e representados apenas por publicações esparsas, sobretudo nos neotrópicos. Descrições dos estágios imaturos de algumas espécies são encontradas em BOURQUIN (1939,1945). BIEZANKO (1948) e BIEZANKO *et al.* (1949) apresentaram uma relação de plantas hospedeiras para várias espécies.

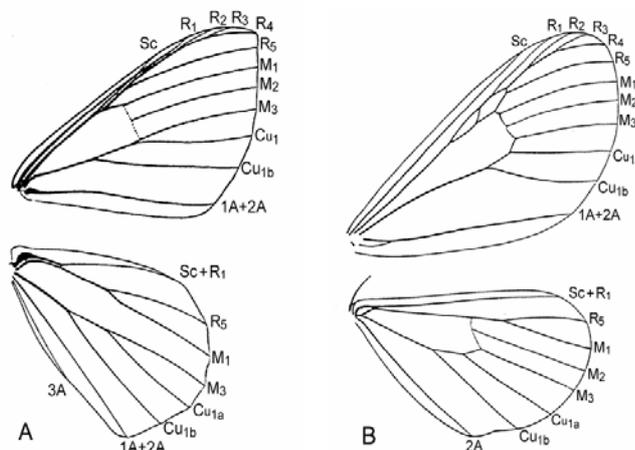
Mais recentemente, DIAS (1988), CASAGRANDE & MIELKE (1989), SANTOS *et al.* (1996), MARCONATO & DIAS (2004) descreveram estágios imaturos de espécies brasileiras. DINIZ & MORAIS (1995), DINIZ *et al.* (1999) e DINIZ *et al.* (2001) referiram-se a larvas de Lepidoptera, inclusive Geometridae, sobre plantas de Cerrado. BRAGA *et al.* (2001) identificaram parasitóides de duas espécies do gênero *Eois* Hübner, 1818. COVELL (1984) apresentou informações sobre plantas nutridoras de espécies Neárticas, muitas das quais ocorrem também na região Neotropical; dados similares para nossa fauna estão em SILVA *et al.* (1967, 1968), com importante listagem de plantas hospedeiras e dados sobre

parasitóides de Lepidoptera. Outras informações estão dispersas na literatura e representam muito pouco em relação ao grande número de espécies a ser estudado.

### 1.1.3.3. Os Ennominae

Quase metade dos Geometridae pertence a essa subfamília, a qual tem 10.000 espécies no mundo, distribuídas em 1.100 gêneros. Os Ennominae Neotropicais são 1/3 das espécies da subfamília, sendo 3.400 espécies, distribuídas em 267 gêneros (PITKIN, 2002).

Geralmente são mariposas de tamanho médio; nos machos, as antenas são simples ou bipectinadas e nas fêmeas, usualmente simples. A subfamília é composta por muitas tribos, cujas relações filogenéticas são apenas parcialmente conhecidas. Nas asas anteriores a nervura  $R_1$  é geralmente anastomosada com Sc; nas asas posteriores a nervura  $M_2$  é geralmente reduzida ou ausente e Sc aproxima-se bastante de Rs sem coalescer, na metade proximal da célula discal, raramente além do meio ( $R_1$ , primeira nervura radial, Sc, nervura subcostal,  $M_2$ , segunda nervura média, Rs, setor radial) (Figura 4).



**Figura 4:** Venação das asas de Geometridae. A, Ennominae; B, Sterrhinae (segundo COSTA LIMA, 1950).

A caracterização dessa subfamília baseia-se em formas adultas; estudos sobre estágios imaturos são escassos e muito limitados e poderiam contribuir para o entendimento do grupo.

## 1.2. Inimigos Naturais

Os insetos reconhecidos como pragas podem provocar inúmeros danos econômicos, e podem ser controlados por meio de fatores bióticos e abióticos. Além da temperatura,

precipitação, vento, defesas da planta, fertilidade do solo, etc., os inimigos naturais possuem importante papel como reguladores. Dentre os inimigos naturais, a grande diversidade e o alto nível de mortalidade que os parasitóides ocasionam às populações de seus hospedeiros têm feito deles alvo de atenção como agentes de controle biológico.

O termo parasitóide é utilizado para designar insetos cujas larvas se alimentam sobre ou no interior do corpo de um artrópodo hospedeiro, levando-o quase sempre à morte (GAULD & BOLTON, 1988).

A variedade de hábitos entre os parasitóides gera uma série de situações que se caracterizam pelas interações entre as espécies envolvidas, entre estas, as que mais aparecem são: multiparasitismo (ovos de mais de uma espécie de parasitóide em um único hospedeiro), superparasitismo (postura de mais de um ovo por uma ou mais fêmeas da mesma espécie, sobre um único hospedeiro), e hiperparasitismo (quando seu hospedeiro é um parasitóide) (TAVARES, 1991).

Os hiperparasitóides podem ser secundários (quando atacam um parasitóide primário), terciários (quando atacam um parasitóide secundário) e assim por diante. O parasitóide primário é aquele que ataca um hospedeiro fitófago “não-parasitóide”. Um hiperparasitóide é conhecido como “obrigatório” quando sua progênie tem como hospedeiro a larva de um parasitóide (SULLIVAN, 1987 *apud* TAVARES, 1991).

ASKEW & SHAW (1986) distinguiram os parasitóides em idiobiontes, os que paralisam permanentemente o hospedeiro, e em cenobiontes, aqueles que paralisam temporariamente, permitindo o desenvolvimento do hospedeiro após a postura do parasitóide

### **1.2.1. Superfamília Chalcidoidea**

São denominados micro-himenópteros por compreenderem formas e tamanho menor que 0,1 mm. Atualmente apresenta 2.000 gêneros e 22.000 espécies descritas, mas estima-se que o número real de espécies ultrapasse 100.000 (NOYES, 2002 *apud* HANSON & GAULD, 2006).

Grupo monofilético que parasita 14 ordens de insetos: Blattaria, Coleoptera, Diptera, Heteroptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera, Siphonaptera, Strepsiptera e os aracnídeos: Araneae e Acari (BENDEL-JANSSEN, 1977 *apud* HANSON & GAULD, 2006).

### **1.2.2. Superfamília Ichneumonoidea**

O maior grupo entre os Hymenoptera é Ichneumonoidea que ocorre em muitos habitats, sendo muitas de suas espécies facilmente coletadas. Seus hospedeiros são principalmente, larvas e pupas de insetos holometábolos, excluindo os Megaloptera e os Siphonaptera. Ocorreram raramente sobre ovos individuais e são subdivididos em Ichneumonidae e Braconidae. Muitos Braconidae parasitam ninfas de hemimetábolos: Homoptera, Heteroptera, Isoptera e Psocoptera; e alguns parasitam adultos de Coleoptera e Hymenoptera. Algumas espécies podem ser fitófagas (MATHEWS, 1984; WAHL & SHARKEY, 1993).

Os Ichneumonoidea estão entre as superfamílias Neotropicais mais diversas, com mais de 40.000 espécies descritas, distribuídas em 694 gêneros; junto aos Chalcidoidea correspondem a 48% de todos Hymenoptera Neotropicais (GRISSELL & SCHAUFF, 1990).

## 2. OBJETIVOS

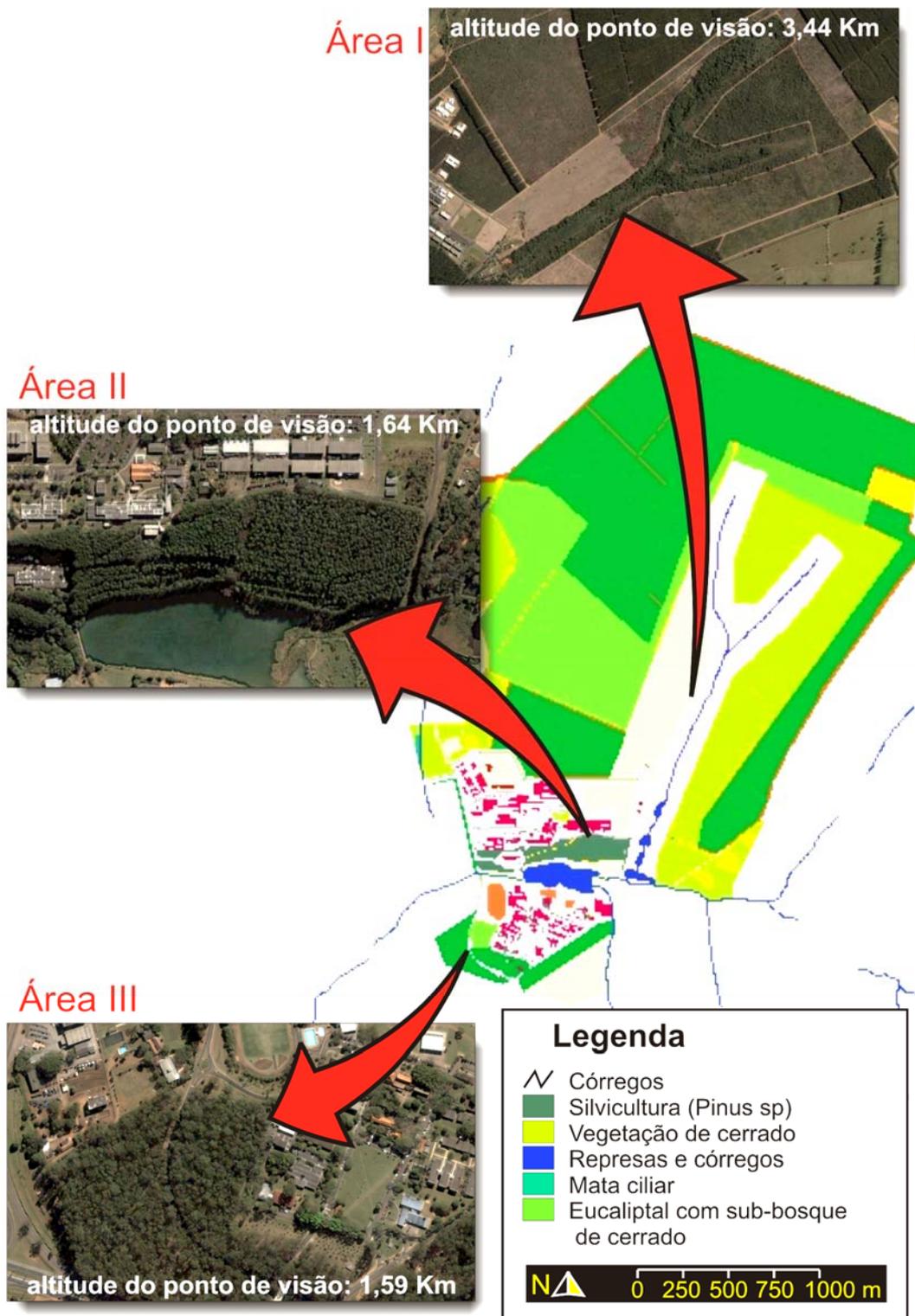
- Identificar a comunidade de Geometridae (Lepidoptera) associada à *Rapanea umbellata* (Myrsinaceae), incluindo o estudo da bionomia e morfologia dos estágios imaturos de *Phrygionis polita* (Cramer, 1780) (Ennominae);
- Estudar a ocorrência sazonal de larvas e fatores relacionados;
- Verificar a frequência de parasitismo e eventuais relações de especificidade parasitóide/hospedeiro.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em três áreas localizadas no *campus* da Universidade Federal de São Carlos entre as coordenadas 21°58' e 22°00' de latitude sul e 47°52' e 47°54' de longitude oeste. Sua área total é de 637 ha (SALVADOR, N. N. B. *com. pess.*), sendo o reflorestamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Myrtaceae) predominante (cerca de 37%); mas a área também possui reflorestamento de *Eucalyptus* com sub-bosque de cerrado (cerca de 15%); mata ripária (cerca de 0,6%) e cerrado *sensu stricto* (cerca de 19,5%).

Na Figura 5 estão sinalizadas: I. Área de Cerrado contígua à mata ripária na porção dos dois braços que formam o Córrego do Espraiado; II. Bosque de *Pinus sp.* (3 ha), com sub-bosque nativo em regeneração; III. Bosque de *Eucalyptus sp.* (1 ha), também com sub-bosque nativo em regeneração.



**Figura 5:** Diagrama das fitofisionomias do *campus* da Universidade Federal de São Carlos evidenciando as áreas de estudo I, II e III (cedido por Lapa-DHB/UFSCar e fotos aéreas por Google Earth, 2007).

### 3.2. Coleta de Material

A amostragem foi realizada quinzenalmente nas três áreas entre os meses de outubro de 2005 até abril de 2007. Em campo, as plantas amostradas foram sacudidas sobre um guarda-chuva entomológico com auxílio de um bastão de madeira, ou apenas com as mãos (Figura 6).

As coletas duraram em média 4 horas em cada área de estudo, com a utilização de dois guarda-chuvas.

As larvas coletadas no tecido branco do guarda-chuva entomológico foram transferidas individualmente para recipientes plásticos translúcidos, junto com folhas da planta hospedeira, que eram substituídas de dois em dois dias (Figura 7).

As larvas foram mantidas em laboratório, à temperatura controlada, até empuparem. Ramos da planta utilizada foram mantidos em geladeira, dentro de sacos plásticos fechados para não desidratarem, o que permitiu a conservação por cerca de quatro dias, em boas condições de uso.

Os Lepidoptera foram identificados pelo orientador Dr. Manoel Martins Dias Filho, os Hymenoptera pela Dra. Angélica Maria Penteadó Martins Dias, ambos do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da UFSCar.

Os estágios imaturos de *Phrygionis polita* (Cramer, 1780) (espécie predominante sobre a planta hospedeira) foram estudados com base em material procedente de São Carlos (*campus* da Universidade Federal). Uma fêmea adulta, já fecundada na natureza, foi obtida em coleta por armadilha luminosa (Figura 8); essa fêmea foi mantida em recipiente de vidro (10 cm de altura x 20 cm de diâmetro), juntamente com ramos de *R. umbellata*, para estimular a oviposição. Após a eclosão, as larvas foram acondicionadas individualmente em recipientes plásticos (5 cm de altura x 10 cm diâmetro). Para determinação do número de ínstars, 85 larvas tiveram suas ecdises observadas e as cápsulas cefálicas preservadas.



**Figura 6:** Método de coleta com guarda-chuva entomológico.



**Figura 7:** Trabalho com larvas no laboratório.



**Figura 8:** Vista da armadilha luminosa instalada em uma coleta noturna (fotografia cedida pela Profa. Dra. Magda Yamada).

Os adultos de Geometridae obtidos foram mantidos em envelopes ou preparados em alfinetes, segundo as técnicas usuais. Os parasitóides foram mantidos em meio líquido (Solução de Dietrich) ou preparados em alfinetes, acompanhados do respectivo casulo. Em ambos os casos, os despojos da larva hospedeira foram preservados em meio líquido ou seco, para permitir comparações posteriores com indivíduos não parasitados e, assim, obter a identificação dos hospedeiros.

### 3.3. Tratamento dos Dados

A partir dos dados climáticos obtidos na estação meteorológica do CPPSE/EMBRAPA, foi construído um gráfico de temperatura e precipitação referentes ao período em questão segundo o método de GAUSSEN & BAGNOLS (*apud* BURIOL *et al.*, 2007).

Os gráficos relacionando os dados de coleta com os dados climáticos foram feitos a partir de abril de 2006, pois a partir desta data as coletas foram padronizadas.

Uma curva de saturação pelo método de MORRISSON *et al.*, foi construída para determinar se o tempo de coleta foi suficiente para inventariar todas as espécies de Geometridae associados à *R. umbellata*.

As fotos do ciclo de desenvolvimento de *Phrygionis polita* e das espécies coletadas em *R. umbellata* foram tiradas pelo orientador Dr. Manoel Martins Dias Filho.

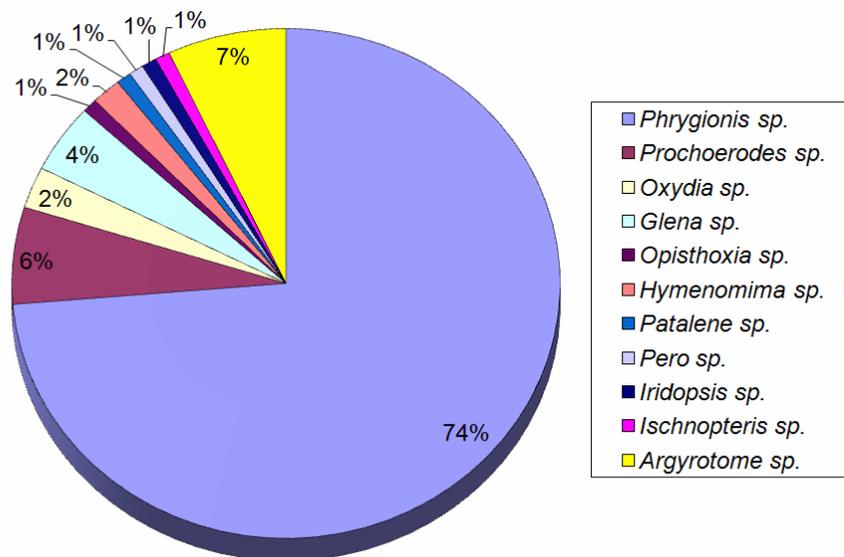
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, foram coletadas 132 larvas; identificadas 14 espécies de Geometridae, distribuídas em 11 gêneros (Tabela 1); todas essas espécies foram registradas pela primeira vez em *R. umbellata* como planta hospedeira.

**Tabela 1:** Espécies de Geometridae registradas em *Rapanea umbellata*.

<b>Tribo</b>	<b>Espécie</b>
Azelinini	<i>Pero refellaria</i> (Guenée, [1858]) (um exemplar)
Boarmiini	<i>Glena bipennaria</i> (Guenée, [1858]) (três exemplares)
	<i>Glena unipennaria</i> (Guenée, [1858]) (um exemplar)
	<i>Hymenomima amberia</i> (Schaus, 1901) (um exemplar)
	<i>Iridopsis chalcea</i> (Obertür, 1883) (um exemplar)
Nacophorini	<i>Ischnopteris miseliata</i> (Guenée, [1858]) (um exemplar)
Nephodiini	<i>Patalene</i> sp. (um exemplar)
Ourapterygini	<i>Oxydia apidania</i> (Cramer, [1779]) (um exemplar)
	<i>Oxydia vesulia</i> (Cramer, [1779]) (um exemplar)
Palyadini	<i>Phrygionis polita</i> (Cramer, 1780) (59 exemplares)
	<i>Phrygionis paradoxata</i> (Guenée, [1858]) (27 exemplares)
	<i>Opisthoxia</i> sp. (um exemplar)
	<i>Argyrotope melae</i> (Druce, 1892) (5cinco exemplares)
	<i>Prochoerodes tetragonata</i> (Guenée, [1958]) (dois exemplares)
Não estabelecida (Pitkin, 2002)	

Houve a predominância do gênero *Phrygionis* Hübner, [1825] (74% de ocorrência) em relação aos demais gêneros (Figura 9).



**Figura 9:** Proporção entre os gêneros de Geometridae registrados em *Rapanea umbellata*.

#### 4.1. Tribo Palyadini

Desta tribo ocorreram exemplares de três gêneros: *Phrygionis* Hübner, [1825], *Argyrotome* Warren, 1894 e *Opisthoxia* Hübner, [1825]. As espécies registradas foram: *Phrygionis polita* (59 exemplares), *P. paradoxata* (27 exemplares) (Figura 10), *Argyrotome melae* (5 exemplares) (Figura 11) e *Opisthoxia sp.* (1 exemplar) (Figura 12).



**Figura 10:** *Phrygionis paradoxata* (macho).

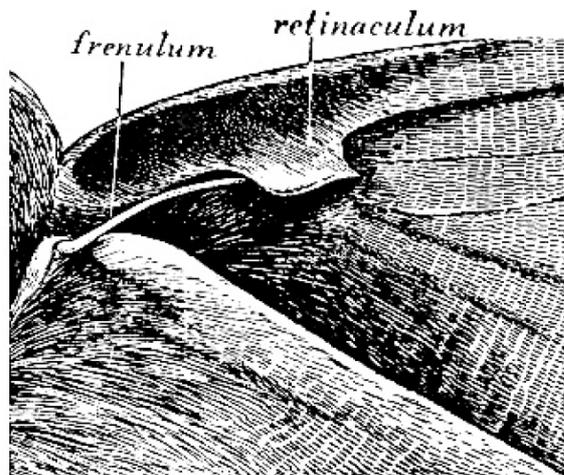


**Figura 11:** *Argyrotome melae* (fêmea).



**Figura 12:** *Opisthoxia* sp. (fêmea).

A tribo Palyadini foi revista em nível genérico por SCOBLE (1995); considerada por PITKIN (2002) apenas como um ramo especializado dentro do conjunto Caberini/Baptini. BELJAEV (2006) estudou a filogenia dos Ennominae e considerou Palyadini como tribo, com base em caracteres da genitália masculina. Os representantes dessa tribo são caracterizados pela ausência de frênulo e retináculo (Figura 13), sendo o acoplamento das asas feito pela expansão do lobo umeral da asa posterior; são um grupo monofilético de gêneros, com manchas metálicas nas asas, caráter que ocorre em alguns representantes dos Caberini/Baptini (PITKIN, 2002).



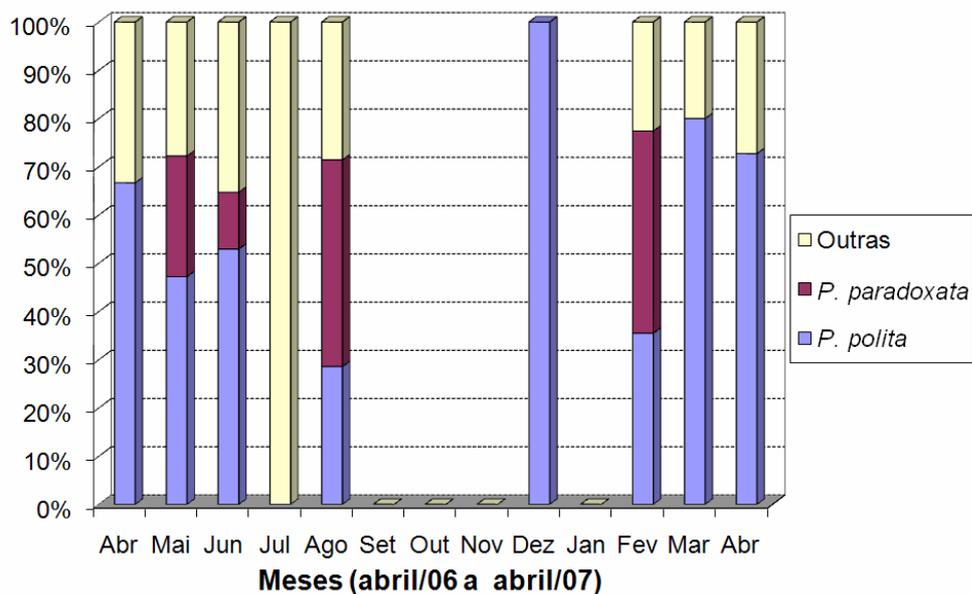
**Figura 13:** Vista da parte basal das asas de uma mariposa (face inferior), mostrando acoplamento por meio de um frênulo (segundo COSTA LIMA, 1945).

MORAIS *et al.* (2001) citou *Cybianthus detergens* Mart. e *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntz. como plantas hospedeiras de *Argyrotome muricolor* Warren, 1905; *Cybianthus detergens* Mart. como hospedeira de *Opistoxia danaeata* (Walker, 1861).

KIMBALL (1965) *apud* SCOBLE (1994) referiu-se a *Ardisia escallonioides* Schlttdl. & Cham. (= *Ardisia pickeringia* T. & G. in A. DC.) (Myrsinaceae) como planta hospedeira de *Phrygionis paradoxata incolorata* Prout, 1910 (denominada *P. argentata* (Drury, 1773)). Na mesma publicação, SCOBLE referiu-se a *Phrygionis rawlinsi* Scoble, 1994, encontrada na República Dominicana nas áreas onde *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. era abundante. JANZEN (2007) referiu-se a plantas hospedeiras de *Phrygionis privignaria* (Guenée, [1858]), pertencentes aos gêneros *Ardisia* Sw., *Myrsine* L. e *Parathesisi* Hook.

(Myrsinaceae). Com base nessas informações é possível verificar estreita relação entre o gênero *Phrygionis* e plantas da família Myrsinaceae.

*Phrygionis polita* foi a espécie predominante sobre *Rapanea umbellata* no período de estudo, e suas larvas representaram 49% do total de larvas de Geometridae obtidas (Figura 14).



**Figura 14:** Proporção de *Phrygionis polita* e *P. paradoxata* em relação às outras espécies de Geometridae no período de abril de 2006 a abril de 2007.

#### 4.1.1. Ciclo de desenvolvimento e estágios imaturos de *Phrygionis polita*.

De um total de 178 ovos postos em laboratório, a partir de fêmea coletada à luz, foram obtidas larvas que se desenvolveram com êxito sobre *Rapanea umbellata*. O material estudado encontra-se depositado no Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

#### 4.1.1.1. Morfologia

##### • Ovo

Comprimento, 0,68-0,73 mm; largura, 0,48-0,50 mm; espessura, 0,30-0,40 mm. Oblongo, com extremidade micropilar achatada e um pouco mais larga que a extremidade oposta (Figuras 15, 16, 17 e 18). Amarelo-esverdeado claro, quando posto; após o segundo dia torna-se amarelo. Cório com estrias longitudinais salientes, entre as quais trabéculas transversais também salientes dão aspecto reticulado à superfície. Cada ovo fica aderido ao substrato lateralmente, por uma das faces, o que corresponde ao tipo “horizontal” conforme SALKED (1983); este autor ilustrou ovos de muitas espécies de Geometridae do Canadá, salientando detalhes da estrutura do cório.

##### • Larva

**Primeiro ínstar** (Figura 19): Comprimento, 4,7 mm; largura da cápsula cefálica, 0,30-0,38 mm ( $\bar{x}$ : 0,326 mm e  $\sigma$ : 0,2 mm). Cápsula cefálica geralmente amarela-esverdeada clara; lateralmente faixa castanho-escuro que envolve os estemas e chega até a base das antenas e mandíbulas; limite posterior dos epicrânios e sutura epicranial, castanhos; cápsula cefálica apresenta-se castanha-amarelada clara em alguns indivíduos, neste caso, com coloração castanha mais acentuada lateralmente à sutura epicranial e na parte superior da fronte. Labro castanho, mais escuro nas bordas da reentrância inferior; área central amarelo-clara. Mandíbulas amarelado-claras, com dentes apicais castanho-claros. Antenas castanhas. Tegumento amarelo-esverdeado translúcido permitindo a visualização do aparelho digestivo; de cada lado do corpo, na altura dos espiráculos, faixa longitudinal castanho-escuro; contínua com a faixa castanha da parte inferior da cápsula cefálica e chega até as pernas anais; pode ser menos evidente nos segmentos  $A_1$  e  $A_2$ . Faixa castanha mediana dorsal, ao longo do corpo, que pode ser pouco evidente; nesta faixa dorsal se destacam quatro manchas castanhas, cada uma próxima à borda anterior de  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$  e  $A_5$ . Escudos cervical das pernas  $A_6$  e anais da mesma cor do tegumento. Espiráculos castanho-amarelado claros, com peritrema castanho, localizados na faixa castanha longitudinal já citada. Pernas torácicas e abdominais com a mesma cor do tegumento.

**Segundo ínstar** (Figura 20). Comprimento, 8,0 mm; largura da cápsula cefálica, 0,53-0,63 mm ( $\bar{x}$ : 0,55mm e  $\sigma$ : 0,027 mm). Semelhante ao primeiro ínstar, difere por apresentar o limite posterior dos epicrânios, lateralmente, castanho-escuro. Labro com mancha amarelada central, junto ao anteclípeo. Mandíbulas com mancha castanho-escuro na base. Faixa castanha mediana dorsal, ao longo do corpo, pouco evidente (menos evidente que no primeiro ínstar).

**Terceiro ínstar** (Figura 21). Comprimento, 13,0 mm; largura da cápsula cefálica, 0,83-0,93 mm ( $\bar{x}$ : 0,870 mm e  $\sigma$ : 0,034 mm). Semelhante ao segundo ínstar, diferindo por apresentar na cápsula cefálica faixa preta da parte inferior evidente; limite posterior dos epicrânios preto, reduzido à parte inferior, próxima à faixa preta lateral. Labro amarelado-claro ou levemente acastanhado, mais escuro nas margens laterais. Mandíbulas amareladas, com dentes castanho-claros e mancha castanho-escuro basal. Antenas castanho-escuras. Tegumento verde translúcido; destacam-se o tórax e a extremidade posterior do corpo, de A<sub>5</sub> a A<sub>10</sub>, amarelados. Faixa preta lateral evidente na cabeça e tórax e de A<sub>3</sub> a A<sub>10</sub>; abdome com manchas pretas dorsais evidentes, a anterior maior e as demais progressivamente menores. Pernas torácicas e abdominais amareladas; escudos para-anais castanho-avermelhados.

**Quarto ínstar** (Figura 22). Comprimento, 16 mm; largura da cápsula cefálica, 1,28-1,48 mm ( $\bar{x}$ : 1,355 mm e  $\sigma$ : 0,048 mm). Semelhante ao terceiro ínstar. Cabeça e protórax castanho-amarelados. Labro amarelado-claro, com margens externas levemente acastanhadas. Mandíbulas amareladas, com dentes castanho-claros e mancha castanho-escuro basal, a qual pode ser bastante reduzida. Extremidade posterior do corpo, de A<sub>5</sub> a A<sub>10</sub> amarelada, com coloração castanho-avermelhada dos lados da faixa preta lateral; essa faixa é castanho-avermelhada em A<sub>9</sub> e A<sub>10</sub>. Escudo lateral das pernas A<sub>6</sub> e das pernas anais, castanho-avermelhados.

**Quinto ínstar** (Figuras 23 e 24). Comprimento, 30 mm; largura da cápsula cefálica, 1,82-2,40 mm ( $\bar{x}$ : 2,07 mm e  $\sigma$ : 0,116 mm) (Figuras 25 e 26). Cápsula cefálica castanho-amarelada ou amarela-esverdeada, levemente avermelhada na parte superior dos epicrânios; faixa castanho-escuro a preta, na parte inferior, evidente. Labro castanho-amarelado claro. Mandíbulas castanho-amarelada claro, com dentes e mancha basal castanho-avermelhada. Antenas castanho-claras. Tegumento verde; ventralmente, abaixo da linha espiracular, verde-acinzentado, levemente azulado; linha dorsal longitudinal mediana verde-escuro, pouco

evidente, na mesma linha das quatro manchas pretas dorsais; de cada lado da linha dorsal mediana, outras três linhas longitudinais vermelho-escuras, sinuosas. Escudo cervical verde, com mesma cor do tegumento; escudo lateral das pernas A<sub>6</sub>, castanho-avermelhado; escudos anais verde-claros, os para-anais castanho-avermelhados na parte inferior. Pernas torácicas amareladas, com extremidade preta.

#### • Pupa

Comprimento, 1,3-1,5 cm ( $\bar{x}$ : 1,49 cm e  $\sigma$ : 0,104 cm). Coloração inicial verde, depois acastanhada; castanho-escuro próximo à eclosão do adulto. (Figuras 27, 28, 29, 31 e 32). Tegumento liso, lúcido, pontuado no abdome; pontuação ausente na borda posterior dos segmentos; A<sub>9</sub> liso. Mandíbulas salientes. Espiráculos torácicos com limite posterior marcado por saliência do mesotórax, rugosa, castanho escuro. Espiráculos em A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> em área com rugosidade fina do tegumento, disposta em cristas curvas ao redor do espiráculo. Borda anterior de A<sub>10</sub>, dorsalmente, com saliências em forma de dentes arredondados e lateralmente, com duas dobras salientes. Cremáster (Figura 30) com superfície rugosa; três pares de ganchos laterais pequenos e um par de ganchos apicais grandes.

#### 4.1.1.2. Bionomia

Larvas de *P. polita* foram encontradas regularmente em condições naturais sobre *R. umbellata*.

Em laboratório, foram obtidas desovas em folhas jovens da planta hospedeira; os ovos foram distribuídos isoladamente ou em pequenos grupos, na borda das folhas (Figura 15), ou em suas faces superior ou inferior, em situações variadas (Figuras 16 e 17) ou em seus brotos (Figura 18).

Em condições de laboratório o sucesso de eclosão foi expressivo; das 85 larvas monitoradas, a taxa de sobrevivência foi de 91%, a de emergência, 93% e a proporção sexual, 42% sendo machos e 58%, fêmeas.

Algumas larvas de primeiro ínstar, obtidas em laboratório, alimentaram-se da superfície das folhas; outras a partir da borda das folhas, como fizeram aquelas dos instares posteriores. Larvas em repouso foram observadas junto à nervura central na face inferior, ou

na borda das folhas, com o corpo paralelo à superfície; também podendo elevar a parte anterior do corpo e permanecendo presas apenas pelas pernas abdominais.

Em condições de laboratório, a empupação ocorreu no fundo dos recintos de criação ou entre folhas da planta hospedeira unidas por fios de seda; cada larva, isoladamente, construiu casulo pouco elaborado, ao qual a pupa permaneceu presa pelo cremáster (Figuras 30 e 32).

A duração média do primeiro ínstar foi 2,98 dias ( $\sigma$ : 0,15 dias); do segundo foi 2,16 dias ( $\sigma$ : 0,75 dias); do terceiro foi 2,31 dias ( $\sigma$ : 0,58 dias); do quarto foi 2,78 dias ( $\sigma$ : 0,62 dias); do quinto foi de 6,79 dias ( $\sigma$ : 0,91 dias). A duração da fase de pré-pupa foi 2,47 ( $\sigma$ : 0,63 dias); da pupa foi de 14,81 dias ( $\sigma$ : 1,28 dias).

Desenvolvimento de ovo a imago (Figura 33 e 34): desova, 3-5/IV/2007; eclosão, 10-12/IV/2007; primeira muda, 13-17/IV/2007; segunda muda, 15-19/IV/2007; terceira muda, 17-21/IV/2007; quarta muda 19-24/IV/2007; pupas, 26-30/IV/2007; imagos, 8-15/V/2007.



**Figuras 15 - 16:** *Phrygionis polita*. 15, ovos na borda da folha; 16, idem, na face inferior da folha.



**Figuras 17 - 18:** *Phrygionis polita*. 17, ovos na face inferior da folha; 18, idem, em brotos, no ápice do ramo.



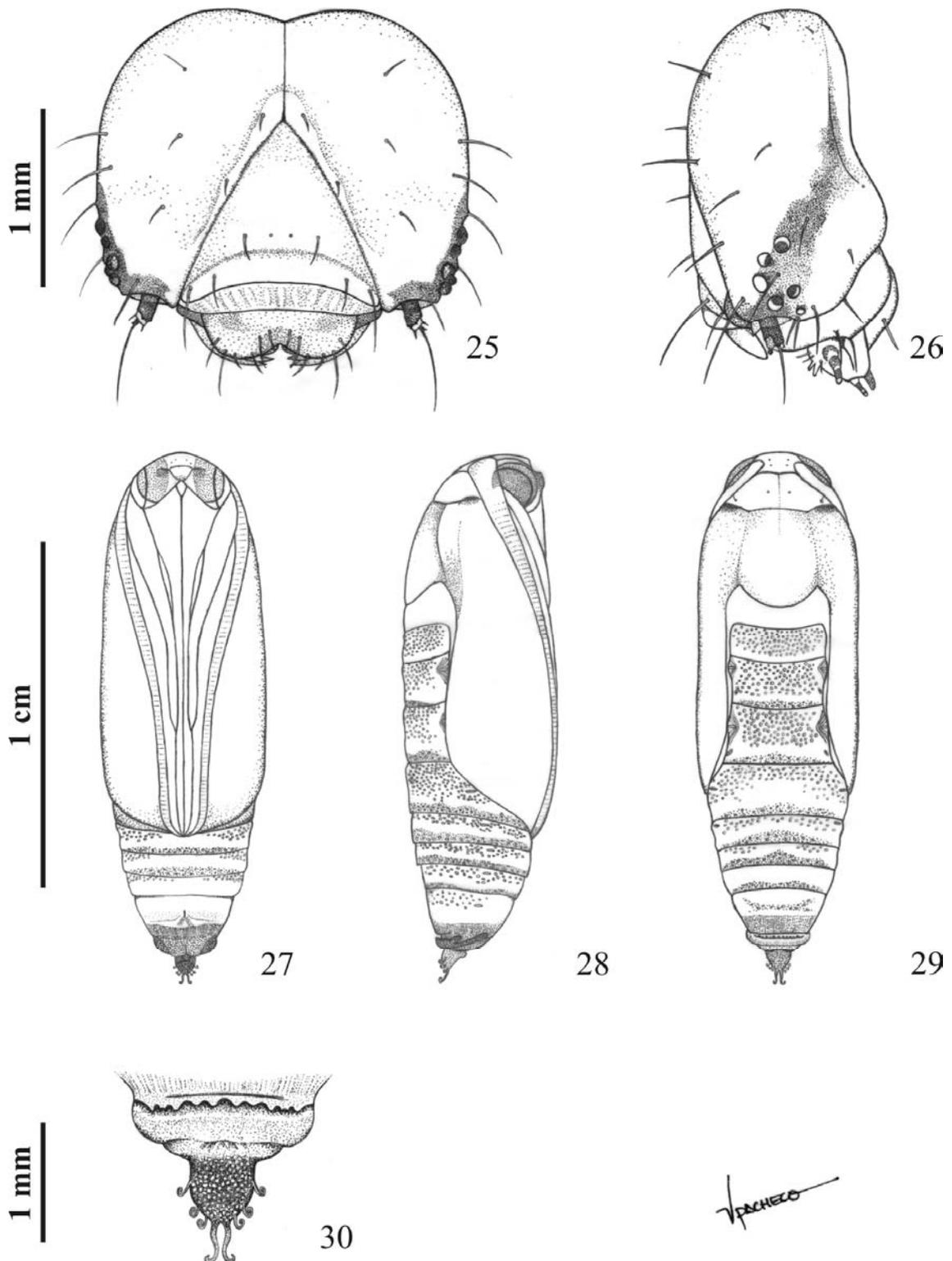
**Figuras 19 - 20:** *Phrygonis polita*. 19, larva de primeiro ínstar, lateral; 20, larva de segundo ínstar, látero-dorsal.



**Figuras 21 - 22:** *Phrygionis polita*. 21, larva de terceiro ínstar, látero-ventral; 22, larva de quarto ínstar, lateral.



**Figuras 23 - 24:** *Phrygionis polita*. 23, larva de quinto instar dorsal; 24, larva de quinto instar dorso-lateral.



**Figuras 25 - 30:** *Phrygionis polita*. 25, cápsula cefálica da larva de quinto instar, frontal; 26, idem, lateral; 27, pupa, ventral; 28, idem, lateral; 29, idem, dorsal; 30, cremáster, dorsal.



**Figuras 31 - 32:** *Phrygionis polita*. 31, pupa dorsal, em casulo semi-aberto; 32, idem, com aspecto geral do casulo aberto e última exúvia larval.



**Figuras 33 - 34:** *Phrygionis polita*. 33, macho; 34, fêmea.

As demais 10 espécies de Geometridae identificadas, todas pertencentes à subfamília Ennominae, distribuem-se em cinco tribos, sendo que uma delas não se enquadrou nas tribos conhecidas, segundo PITKIN (2002).

#### 4.2. Tribo Azelinini

Espécie obtida no presente estudo: *Pero refellaria* (Guenée, [1858]) (um exemplar).

Esta tribo é definida por caracteres da genitália masculina; valvas com lobo distal provido de cerdas, delimitado como parte distinta. Mariposas desprovidas de fôvea na asa anterior; asas das espécies Neotropicais com margem externa irregularmente ondulada, principalmente a asa anterior. A tribo é bem representada na região neotropical, onde ocorre a grande maioria das espécies do gênero *Pero* Herrich-Schäffer, 1855, mas também ocorre na região neártica (PITKIN, 2002). Pupa tem cremáster com oito cerdas (MCGUFFIN, 1987).

Segundo POOLE (1987) dados biológicos sobre o gênero *Pero* são conhecidos apenas para algumas espécies norte-americanas; estas revelaram hábitos polípagos, se alimentando de grande variedade de plantas, incluindo árvores decíduas, coníferas e algumas plantas herbáceas; para espécies neotropicais este autor sugere especificidade em relação à planta hospedeira. ROBINSON *et al.* (2001), que listou plantas hospedeiras de doze espécies norte-americanas. Uma espécie Neotropical se alimentando em três diferentes famílias de plantas foi relatada por JANZEN & HALLWACHS (2001) *apud* GUNNAR (2002).

#### 4.3. Tribo Boarmiini

Desta tribo ocorreram exemplares de três gêneros: *Glena* Hulst, 1896, *Hymenomima* Warren, 1895 e *Iridopsis* Warren, 1894. As espécies registradas foram: *Glena bipennaria* (Guenée, [1858]) (três exemplares) (Figura 35), *G. unipennaria* (Guenée, [1858]) (um exemplar) (Figura 36), *Hymenomima amberia* (Schaus, 1901) (um exemplar) (Figura 37) e *Iridopsis chalcea* (Obertür, 1883) (um exemplar) (Figura 38).

Mariposas com asas manchadas de branco ou amarelado e castanho ou cinzento. Asa anterior do macho provida de fôvea, a qual é pouco desenvolvida ou ausente no sub-grupo Melanolophiini. Tribo largamente distribuída no Novo e Velho mundo (PITKIN, 2002). Pupa tem cremáster bífido (MCGUFFIN, 1977).

Esta tribo apresenta muitos gêneros polífagos, sendo alguns considerados pragas agrícolas (MCGUFFIN, 1987; HOLLOWAY *et al.*, 2001). Espécies como *Glena sp.* e *Iridopsis sp.* foram encontrados em grande variedade de plantas hospedeiras na região Neotropical (GUNNAR, 2002). DINIZ *et al.* (1999 e 2001) citam *Maprounea guianensi* Aublet (Euphorbiaceae), *Erythroxylum tortuosum* Mart. (Erythroxylaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. e *B. verbascifolia* (L.) DC (Malpighiaceae) como plantas hospedeiras de *Iridopsis sp.*.

McGUFFIN (1977), em publicação sobre fauna do Canadá, referiu-se aos estágios imaturos de espécies de *Glena* e *Iridopsis*, incluindo dados sobre plantas hospedeiras e chave com características de larvas e pupas. Esse autor citou quatro espécies de *Anacamptodes* McDunnough, 1920, agora pertencentes ao gênero *Iridopsis*, segundo SCOBLE (1999).

GUNNAR (2002) citou *Kielmeyera coriacea* Mart. ex Saddi. (Clusiaceae) como planta hospedeira de *Glena demissaria* Walker, 1860 e *Eucalyptus grandis* como planta hospedeira de *G. unipennaria*.

Segundo SCOBLE (1999), o gênero *Glena* é constituído por 44 espécies, Neotropicais e Neárticas e *Iridopsis*, por 27 espécies, todas Neotropicais.

FERNANDES (1999, 2003) encontrou larvas de *Iridopsis sp.*, *Glena sp.*, *Hymenomima amberia*, *Hymenomima conia* Prout, 1931 e *Hymenomima sp.* alimentando-se de *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae). COSTA (2000) registrou em *Styphnodendron sp.* (Mimosaceae), espécies dos gêneros *Glena*, *Iridopsis* e *Hymenomima*. MARCONATO (2001) encontrou *Glena unipennaria*, *G. bipennaria*, *G. demissaria*, *Iridopsis fulvitincta* Warren 1905, *I. nigraria* Jones, 1921 e *Hymenomima amberia* alimentando-se de *Erythroxylum microphyllum*. OSÓRIO (2003) encontrou *Glena unipennaria*, *G. subannulata* (Prout, 1919), *G. brachia* Rindge, 1967, *H. amberia* e *H. conia*, alimentando-se em duas espécies de *Styphnodendron* Mart.; todas em São Carlos, SP.



**Figura 35:** *Glena bipennaria* (macho), abdome retirado para estudo de genitália.



**Figura 36:** *Glena unipennaria* (macho), abdome retirado para estudo de genitália.



**Figura 37:** *Hymenomima amberia* (macho).



**Figura 38:** *Iridopsis chalcea* (macho).

#### 4.4. Tribo Nacophorini

Apenas um indivíduo de *Ischnopteris miseliata* (Guenée, [1858]) (Figura 39) foi obtido.

Os componentes dessa tribo apresentam genitália masculina com um par de processos no *anellus*. São mariposas de corpo robusto, densamente coberto por escamas longas; muitas têm tufos dorsais de escamas no metatórax e abdome. Asas anteriores geralmente alongadas; geralmente sem fôvea. Veias de ambas as asas podem ser dilatadas para a base (PITKIN, 2002). Segundo RINDGE (1983), a pupa tem cremáster com 2 a 8 cerdas ou, ocasionalmente, sem cerdas. São cosmopolitas, com 42 gêneros neotropicais. Segundo PITKIN (2005), o gênero *Ischnopteris* Hübner, [1823] compreende 38 espécies, todas Neotropicais; considerado polífago (GUNNAR, 2002).

MARCONATO (2001) registrou *Ischnopteris* sp. alimentando-se em *Erythroxylum microphyllum*. OSÓRIO (2003) registrou *Ischnopteris* se alimentando em duas espécies de *Stryphnodendron*.



**Figura 39:** *Ischnopteris miseliata* (macho).

#### 4.5. Tribo Nephodiini

Desta tribo ocorreu apenas um indivíduo de uma espécie, não identificada, do gênero *Patalene* Herrich-Schäffer, [1854] (Figura 40).

Os integrantes dessa tribo são provavelmente relacionados aos Ourapterygini, dos quais podem não ser distintos. Machos geralmente com fôvea na asa anterior. Na genitália masculina, furca desprovida de espinhos como ocorre nos Ourapterygini. Tribo predominantemente Neotropical, com 13 gêneros, alguns neárticos (PITKIN, 2002).

*Patalene* sp. foi encontrada alimentando-se em plantas de três famílias diferentes (ROBINSON *et al.* 2001 *apud* GUNNAR, 2002). OSÓRIO (2003) registrou *Patalene* sp. alimentando-se em duas espécies de *Stryphnodendron* em São Carlos.



**Figura 40:** *Patalene* sp. (macho).

#### 4.6. Tribo Ourapterygini

Desta tribo ocorreram dois exemplares do gênero *Oxydia* Guenée, [1858]. As espécies registradas foram: *Oxydia apidania* (Cramer, [1779]) (Figura 41) e *O. vesulia* (Cramer, [1779]) (Figura 42).

O principal caráter da tribo é a presença de um processo forte, a furca, no *anellus* da genitália masculina. Mariposas geralmente com fôvea na asa anterior do macho. Tribo predominantemente Neotropical, com 41 gêneros nessa região; alguns desses gêneros e vários outros são Neárticos; porém no Velho Mundo a tribo é menos diversificada (PITKIN, 2002).



**Figura 41:** *Oxydia apidania* (fêmea).



**Figura 42:** *Oxydia vesulia* (fêmea).

Registros de plantas hospedeiras indicam polifagia em *Oxydia vesulia*, sobre larga escala de espécies, incluindo coníferas (GUNNAR, 2002). JANZEN (2007) cita para *O. apidania*, 12 diferentes famílias de plantas como hospedeiras e para *O. vesulia* também 12 diferentes famílias de plantas; esse autor não cita Myrsinaceae como planta hospedeira para nenhuma delas.

MORAIS *et al.* (2001) citou *Cybianthus detergens* Mart. como hospedeira de *Oxydia apidania* (Cramer).

FERNANDES (2003) registrou *Oxydia mundata* Guenée, 1857 e *O. vesulia* se alimentando em *Croton floribundus*.

#### 4.7. Gênero sem tribo definida

Segundo PITKIN (2002), o gênero *Prochoerodes* Grote, 1883 permanece sem tribo definida. Foram coletados dois indivíduos deste gênero identificados como *Prochoerodes tetragonata* (Guenée, [1958]) (Figura 45).

O gênero *Prochoerodes*, segundo SCOBLE (1999), é constituído por 23 espécies, Neotropicais e Neárticas; citou também plantas hospedeiras de diversas famílias para *Prochoerodes forficaria* (Guenée, [1858]). GUNNAR (2002) citou *Celtis tala* Gillies ex Planch. (Ulmaceae) como planta hospedeira para *P. tetragonata*. Dados sobre estágios imaturos e plantas hospedeiras no Canadá de *Prochoerodes lineola* (Goeze, 1781) (= *P. transversa* (Drury, 1773)) e *P. forficaria combinata* McDunnough, 1940 estão em MCGUFFIN (1987). FERNANDES (1999 e 2003) registrou *Prochoerodes sp.* (= *Aeschropestryx sp.*) e *P. onustaria* (Herrich-Schäffer, [1852]) se alimentando em *Croton floribundus*. MARCONATO (2001) registrou *Prochoerodes sp.* e *P. onustaria* alimentando-se de *Erythroxylum microphyllum*. OSÓRIO (2003) registrou *Prochoerodes sp.* alimentando-se em duas espécies de *Stryphnodendron*.



**Figura 43:** *Prochoerodes tetragonata* (fêmea).

#### 4.8. Monofagia versus Polifagia

GUNNAR (2002) citou Palyadini como uma proeminente exceção ao hábito polífago presente em muitas outras tribos de Ennominae, apresentando os gêneros *Argyrotome*, *Phrygionis* e *Opisthoxia* como monófagos sobre Myrsinaceae. JANZEN (2007) citou *Ardisia revoluta* (Kunth) e *Myrsine coriacea* como plantas hospedeiras para *Argyrotome alba* Druce, 1892; também plantas dos gêneros *Ardisia* Swartz, *Parathesis* (A. DC) e *Hymenandra* (DC.) Spach., como hospedeiras de *Opisthoxia* sp.

Quanto à densidade dos Geometridae, a maior parte dos gêneros com espécies polífagas foi registrada em baixa frequência sobre *Rapanea umbellata*. A diferença na proporção de *Phrygionis* sp. em relação aos outros gêneros, sugere sua estreita relação com a planta hospedeira.

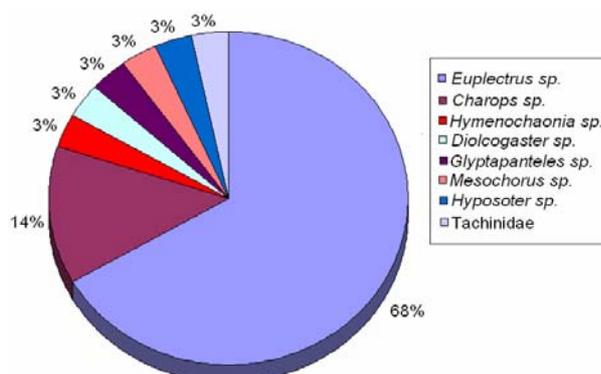
Em laboratório, larvas desse gênero se alimentaram preferencialmente com folhas jovens, com maior quantidade de nutrientes disponíveis, mas também maior quantidade de defesas contra predação. A amplitude da dieta dos herbívoros associada à idade da folha, sugere que os herbívoros especialistas mostram preferência pelas folhas novas, enquanto que as espécies polífagas utilizam as mais velhas, com poucos nutrientes e com baixa concentração de defesas químicas (CATES, 1980 *apud* BENDICHO-LÓPEZ, 2006).

Comparando os dados ora obtidos com aqueles de BRAGA (1997), FERNANDES (1999 e 2003), MARCONATO (2001) e OSÓRIO (2003) foi possível observar a presença de espécies predominantes sobre determinadas plantas hospedeiras. BRAGA (1997) registrou a predominância do gênero *Eois* em relação aos Geometridae associados à Piperaceae, em mata mesófila semidecídua que faz parte da Fazenda Canchim, um dos núcleos de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); FERNANDES (1999 e 2003) apresentou predominância de *Iridopsis sp.* em 1999 e de *Samaeopus sp.* em 2003, ambas sobre *Croton floribundus* na mesma área do trabalho realizado por BRAGA (1997); MARCONATO (2001) constatou predominância de *Cyclomia mopsaria* em *Erythroxylum microphyllum* realizado também na área I do presente trabalho e OSÓRIO (2003) apresentou predominância de *Leuciris sp.* em duas espécies de *Stryphnodendron* em área adjacente à área I mencionada; Esses trabalhos foram realizados no município de São Carlos ou em áreas adjacentes.

Evidências fósseis indicam que a associação entre larvas de lepidópteros e suas plantas-hospedeiras é antiga e persistente (OPLER 1973 *apud* COSTA 2004), datando de milhões de anos. Ao longo de todo esse tempo, as preferências alimentares das larvas evoluíram a tal ponto, que grupos (gêneros, tribos, subfamílias, etc.) particulares de lepidópteros estão hoje associados exclusivamente a certos grupos (gêneros, famílias etc.) de plantas-hospedeiras (EHRlich & RAVEN 1964).

#### 4.9. Parasitóides

Ocorreram parasitóides associados às larvas de Lepidoptera registradas sobre *R. umbellata*, sendo a maioria pertencente aos Hymenoptera (6 gêneros) (Figura 46) e apenas um aos Diptera, Tachinidae.



**Figura 44:** Proporção entre os parasitóides dos Geometridae associados à *Rapanea umbellata*.

Os Hymenoptera parasitóides foram representados pelas famílias Ichneumonidae, Braconidae e Eulophidae. As duas primeiras compõem à superfamília Ichneumonoidea e a última pertence aos Chalcidoidea (Tabela 2). O único espécime de Diptera (Tachnidae) foi coletado durante o mês de maio de 2006 (estação seca) e seu hospedeiro não foi identificado.

**Tabela 2:** Hymenoptera Parasitóides de Geometridae e seus respectivos hospedeiros registrados em *Rapanea umbellata*.

Hospedeiro	Parasitóide
<i>Phrygionis polita</i>	<i>Euplectrus</i> sp. (33,33%)
	<i>Hyposoter</i> sp. (3,33%)
<i>Phrygionis paradoxata</i>	<i>Euplectrus</i> sp. (6,67%)
<i>Argyrotome</i> sp.	<i>Hymenochaonia</i> sp. (3,33%)
<i>Opisthoxia</i> sp.	<i>Mesochorus</i> sp. (3,33%)
<i>Glena</i> sp.	<i>Euplectrus</i> sp. (13,33%)
<i>Prochoerodes</i> sp.	<i>Diolcogaster</i> sp. (3,33%)
	<i>Charops</i> sp. (10%)
Geometridae não identificado	<i>Glyptapanteles</i> sp. (3,33%)

#### 4.9.1. Família Eulophidae

São parasitóides de estágios imaturos de insetos holometábolos e apresentam grande diversidade biológica. Não é possível generalizar a biologia entre os eulófidos e seus hospedeiros, porque se trata de uma família muito diversa e não se conhece a biologia de muitas de suas espécies. Há espécies solitárias e gregárias, ectoparasitóides e endoparasitóides, idiobiontes e cenobiontes e cada uma das categorias abriga um número de espécies considerável (HANSON & GAULD, 2006).

##### 4.9.1.1. *Euplectrus* Westwood, 1832

Foram coletadas 20 larvas de Geometridae parasitadas por indivíduos deste gênero: 10 larvas de *P. polita*, duas de *P. paradoxata*, quatro de *Glena* sp. e quatro não identificadas.

A predominância de *Euplectrus sp.* está relacionada à alta frequência de *Phrygionis spp.*, seu principal hospedeiro registrado neste estudo.

Apresenta distribuição cosmopolita. São cenobiontes e endoparasitóides gregários de larvas de Lepidoptera; suas fêmeas injetam veneno paralisante na larva hospedeira antes da oviposição, o qual impede a ecdise; os ovos são postos externamente na larva hospedeira. É um dos poucos grupos dentro dos Chalcidoidea, e uma exceção dentre os Eulophidae, que produz casulo secretando seda pelos túbulos de Malpighi, os quais normalmente são responsáveis pela excreção de dejetos nitrogenados. O ovo se prende ao tegumento do hospedeiro por um pedicelo curto, situado no centro de sua parte ventral côncava (HANSON & GAULD, 2006).

Dentre os hospedeiros deste gênero destacam-se diversas larvas de Geometridae como *Sphacelodes vulneraria* (Hübner, 1823) (SCHAUFF & JANSEN, 2001); *Glena sp.*, *Macaria brunneata* (Thunberg, 1784), *Prochoerodes forficaria*, *Scopula emissaria* (Walker, 1861) (NOYES, 2002 *apud* HANSON & GAULD, 2006); *Hymenomima sp.*, *Iridopsis sapulena* Schaus, 1897, *Semaeopus sp.*, *Melanolophia sp.* (FERNANDES, 2003); *Cyclomia mopsaria* Guenée, 1858 (MARCONATO, 2001), *Leuciris sp.* e *Prochoerodes sp.* (OSÓRIO, 2003).

#### **4.9.2. Família Ichneumonidae**

Os Ichneumonidae estão entre os principais inimigos naturais dos Lepidoptera. Dados sobre ecologia dos Ichneumonidae Neotropicais são escassos e para muitas espécies são desconhecidos seus hospedeiros. YU (1999) *apud* FERNANDES (2003) listou em *cd-rom* todas as publicações sobre essa família, incluindo lista de hospedeiros, plantas associadas e distribuição das espécies descritas.

##### **4.9.2.1. *Charops* Homgren, 1859 (Campopleginae)**

Foram coletadas quatro larvas parasitadas por este gênero: três larvas de *Prochoerodes sp.* e uma larva de Geometridae não identificada.

Para a maioria dos Campopleginae, os hospedeiros perecem em período pré-pupal dentro de seu abrigo. Os membros deste gênero matam suas larvas hospedeiras quando estão parcialmente desenvolvidas e empupam em situações expostas (HANSON & GAULD, 2006). Com isso seus casulos ficam expostos e totalmente a mercê dos hiperparasitóides. A estratégia

adotada por este gênero para proteger seus casulos é deixá-los suspensos por um fio de seda (HANSON & GAULD, 2006).

YU *et al.* (2005) registrou parasitismo de *Charops sp.* em membros de Lepidoptera de 12 diferentes famílias, entre elas os Geometridae: *Ectropis sp.*, *Garaeus sp.*, *Hypagyrtis sp.* e *Lambdina sp.*. MARCONATO (2001) registrou parasitismo em *Cyclomia mopsaria*, *Glena sp.* e *Iridopsis fulvitincta* e FERNANDES (2003) em *Oxydia vesulia*.

#### 4.9.2.2. *Hyposoter* Foerster, 1869 (Campopleginae)

Apenas uma larva coletada de *P. polita* estava parasitada por uma espécie desse gênero.

YU *et al.* (2005) registrou parasitismo de *Hyposoter sp.* em membros das ordens Hymenoptera, Lepidoptera e, raramente, Coleoptera. Entre as 22 famílias de Lepidoptera, este gênero foi citado parasitando 29 diferentes gêneros de Geometridae.

FERNANDES (2003) apresentou registros desse gênero sobre *Hymenomima conia* Prout, 1931 e *Semaeopus sp.*; MARCONATO (2003) sobre *Cyclomia mopsaria* e *Iridopsis fulvitincta*.

#### 4.9.2.3. *Mesochorus* Gravenhorst, 1829 (Mesochorinae)

Apenas uma larva coletada de *Opisthoxia sp.* estava parasitada por uma espécie desse gênero.

Podem ser cenobiontes endoparasitóides ou hiperparasitóides obrigatórios.

YU *et al.* (2005) registrou parasitismo de *Mesochorus sp.* em membros das ordens Hymenoptera, Lepidoptera e, raramente, em Coleoptera e Diptera. Entre as 31 famílias de Lepidoptera, este gênero foi registrado parasitando 41 gêneros diferentes de Geometridae. MARCONATO (2001) registrou *Mesochorus sp.* parasitando *Cyclomia mopsaria*.

#### 4.9.3. Família Braconidae

Os Braconidae Neotropicais ocupam praticamente todos os habitats terrestres, sobretudo áreas úmidas e bosques; muitos freqüentam grandes espaços abertos e secos. São, em sua maioria, parasitóides primários, mas há alguns fitófagos. Das 36 subfamílias presentes

na região Neotropical, 23 são cenobiontes endoparasitas, seis, idiobiontes ectoparasitas e uma cenobionte ectoparasita (HANSON & GAULD, 2006).

#### **4.9.3.1. *Diolcogaster* Ashmead, 1900 (Microgastrinae)**

Apenas uma larva coletada de *Prochoerodes* sp. estava parasitada por uma espécie desse gênero.

São parasitóides solitários ou gregários com distribuição cosmopolita. YU *et al.* (2005) registrou parasitismo de *Diolcogaster* sp. em membros das ordens Hymenoptera e Lepidoptera. Dentre as 14 famílias de Lepidoptera, este gênero foi encontrado parasitando 11 diferentes gêneros de Geometridae. FERNANDES (2003) apresentou registro em *Samaeopus* sp. e *Iridopsis* sp.

#### **4.9.3.3. *Glyptapanteles* Ashmead, 1905 (Microgastrinae)**

Apenas uma larva não identificada de Geometridae coletada estava parasitada por uma espécie desse gênero.

São cenobiontes endoparasitas, solitários ou gregários, de distribuição cosmopolita; bastante comuns e diversos (HANSON & GAULD, 2006).

BRAGA (1997) apresentou registros de parasitismo em *Eois tegularia* (Guenée, 1857) e *E. glauculata* (Walker, 1863). FERNANDES (2003) registrou espécies gregárias em *Samaeopus* sp., *Glena* sp., *Hymenomima* sp., *Physocleora* sp. e *Brachurapteryx* sp.; OSÓRIO (2003), em *Macaria* sp..

#### **4.9.3.2. *Hymenochaonia* sp. Dalla Torre, 1898 (Macrocentrinae)**

Apenas uma larva coletada de *Argyrotope* sp estava parasitada por uma espécie desse gênero.

São cenobiontes endoparasitas, gregários ou solitários, e completam o desenvolvimento alimentando-se externamente ao hospedeiro; são inicialmente poliembriônicos (HANSON & GAULD, 2006).

Gênero endêmico do Novo Mundo; MARSH (1979) *apud* WHARTON *et al.* (1997) relatou Tortricidae e Pyralidae como seus hospedeiros.

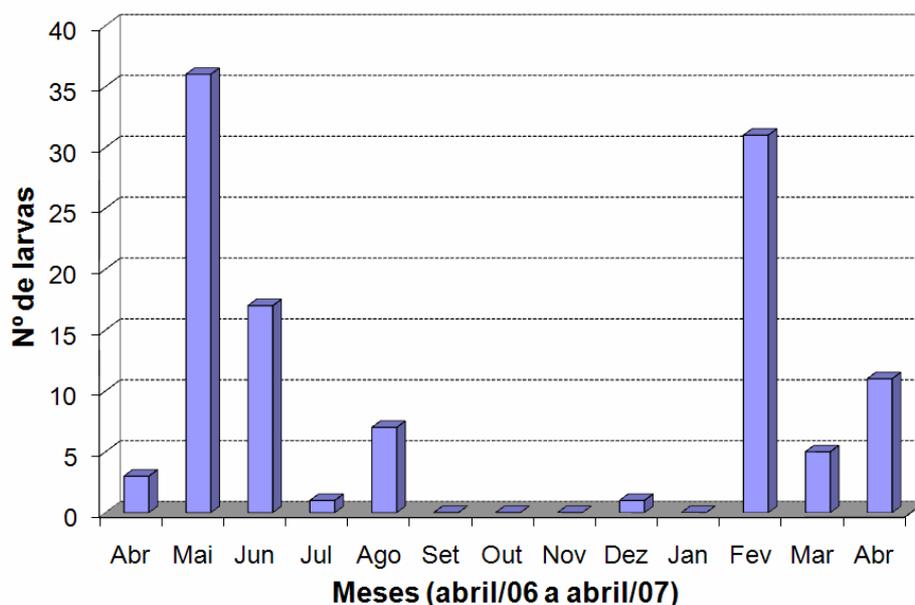
#### 4.10. Riqueza e Densidade

O Cerrado é rico em espécies de Lepidoptera. BECKER (1991) *apud* DINIZ & MORAIS (1995) estimou que o número de espécies de mariposas seja de 5.000 a 8.000 para esse bioma. DINIZ & MORAIS (1997) utilizando o número estimado de espécies arbóreas existentes no Cerrado sugeriram que cada espécie lenhosa existente teria associadas entre seis e nove espécies de Lepidoptera.

A espécie *R. umbellata* hospedou um número baixo de larvas de Geometridae em relação à densidade, e riqueza específica média (Tabela 1). BRAGA (1997) estudou duas espécies de Geometridae em quatro espécies de *Piper* (Piperaceae), com densidade total inferior a 350 larvas para cada espécie de planta em um período de um ano. FERNANDES (1999) estudando lepidópteros em *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) coletou 71 exemplares da família Geometridae, distribuídos em sete gêneros, também em um período de um ano. COSTA (2001) estudando duas espécies de *Stryphnodendron* (Mimosaceae) em uma das áreas de amostragem do presente estudo identificou sete espécies. MARCONATO (2001) estudando as espécies de Geometridae associados à *Erythroxyllum microphyllum* (Erythroxyllaceae), obteve densidade de 1727 larvas distribuídas em 14 gêneros no período de um ano. OSÓRIO (2003) estudou espécies de Geometridae associadas à *Stryphnodendrom adstrigens* e *S. obovatum*, com densidade de 991 larvas distribuídas em 10 gêneros também no período de um ano.

#### 4.11. Sazonalidade

De acordo com estudos de BRAGA (1997), FERNANDES (1999) e MARCONATO (2001), a época do ano com maior frequência de larvas de Geometridae foi entre abril e junho. Já OSÓRIO (2003) registrou dois picos de maior ocorrência de larvas, um na estação seca e um na estação chuvosa. Os dados aqui apresentados (Figura 45) corroboram aqueles obtidos por OSÓRIO (2003), com picos de ocorrência em maio de 2006 e fevereiro de 2007.



**Figura 45:** Ocorrência das larvas de Geometridae em *Rapanea umbellata* durante o período estudado (de abril de 2006 a abril de 2007).

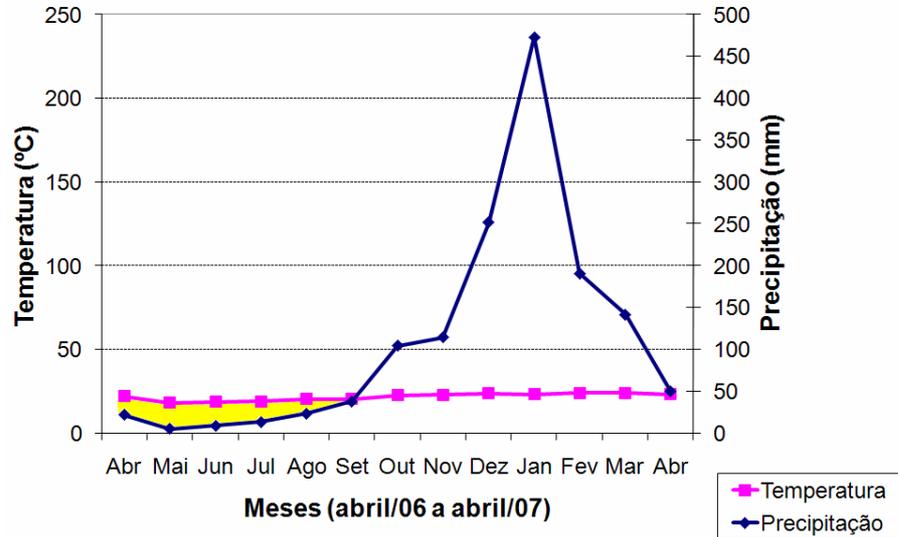
A partir dos dados apresentados por BRAGA (1997), FERNANDES (1999, 2003), MARCONATO (2001), OSÓRIO (2003) e aqueles ora obtidos observa-se que as espécies de Geometridae identificadas apresentaram sazonalidade, relacionada, entre outros fatores, à disponibilidade das plantas hospedeiras em condições adequadas.

Pode haver também o efeito dos inimigos naturais, que restringe a reprodução do herbívoro aos períodos livres de inimigos (LAWTON 1986 *apud* COSTA, 2004). Entretanto, poucos experimentos têm demonstrado essa hipótese apesar de alguns grupos de herbívoros mostrarem padrão de sazonalidade consistente com elas (MORAIS *et al.* 1999). Entre outras hipóteses sugeridas na literatura para explicar as variações na abundância das espécies que ocorrem durante o ano, está o estresse causado pelo déficit de alimento. Também as condições ambientais instáveis durante o desenvolvimento do herbívoro podem desencadear uma série de estratégias e adaptações tais como dormência, diapausa e migração (WOLDA, 1988, 1989).

#### 4.12. Fatores abióticos

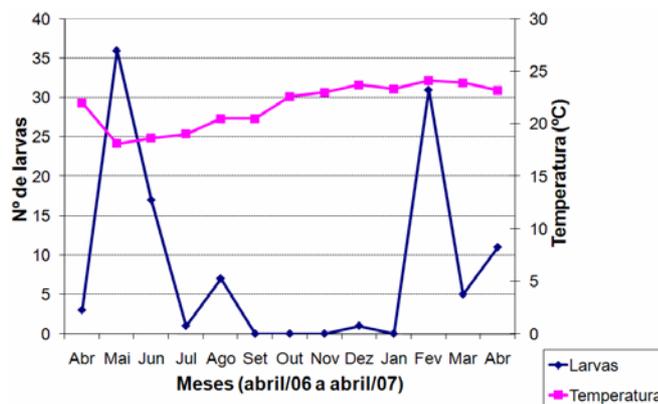
O gráfico de temperatura e precipitação (GAUSSEN & BAGNOLS) construído a partir dos dados climáticos obtidos na estação meteorológica do CPPSE/EMBRAPA, identificou ocorrência de longo período de seca do mês de abril ao mês de agosto de 2006

seguido por um período de alta precipitação, evidenciado por pico em janeiro de 2007, até abril, mês em que recomeçou o período seco (Figura 46).

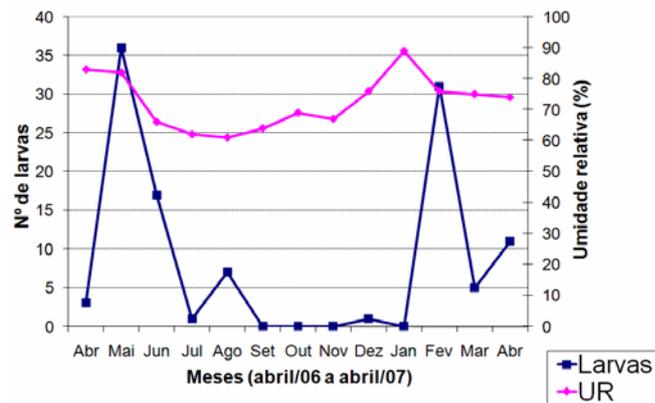


**Figura 46:** Curva de Precipitação relacionada à temperatura indicando os períodos secos (de abril de 2006 a abril de 2007).

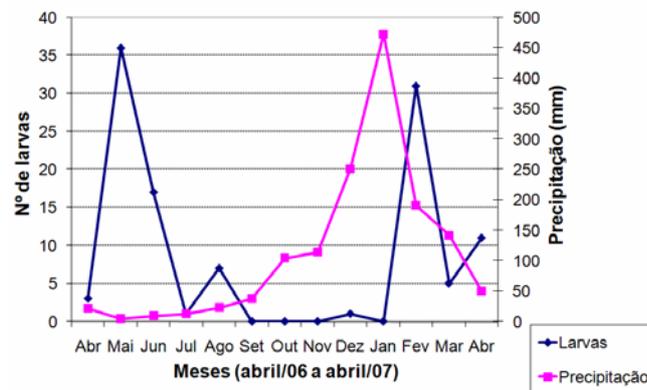
A alta ocorrência de larvas de Geometridae coincidiu com altos valores de umidade relativa; a ausência de larvas coincidiu com a época de temperaturas médias e a densidade de larvas não apresentou relação com a taxa de precipitação (Figuras 47, 49 e 49). O pico de larvas na primeira metade da estação seca corrobora com alguns padrões obtidos anteriormente para o cerrado (Morais *et al.*, 1999). Este pico pode estar relacionado a chuvas isoladas, responsáveis por aumento da umidade relativa e favorecendo a emergência de adultos, iniciando novos ciclos de desenvolvimento.



**Figura 47:** Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à temperatura média (de abril de 2006 a abril de 2007).

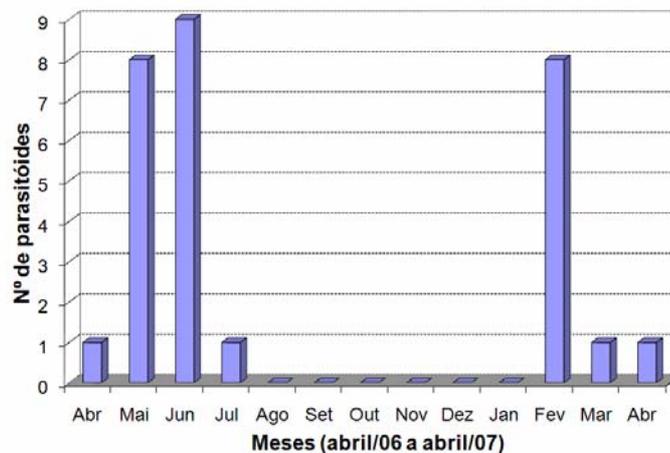


**Figura 48:** Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à umidade relativa (de abril de 2006 a abril de 2007).

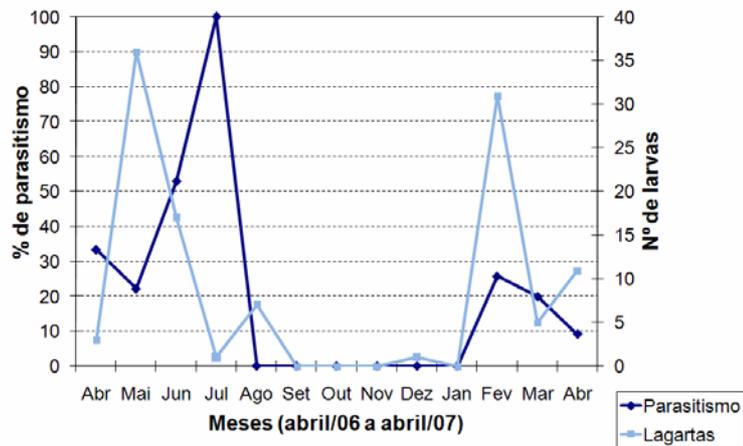


**Figura 49:** Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à precipitação (de abril de 2006 a abril de 2007).

Os dados apresentados por MARCONATO (2001) e OSÓRIO (2003) mostraram relação inversamente proporcional entre a densidade de larvas e porcentagem de parasitismo. Os dados iniciais do presente estudo corroboram esses resultados (Figura 50 e 51).

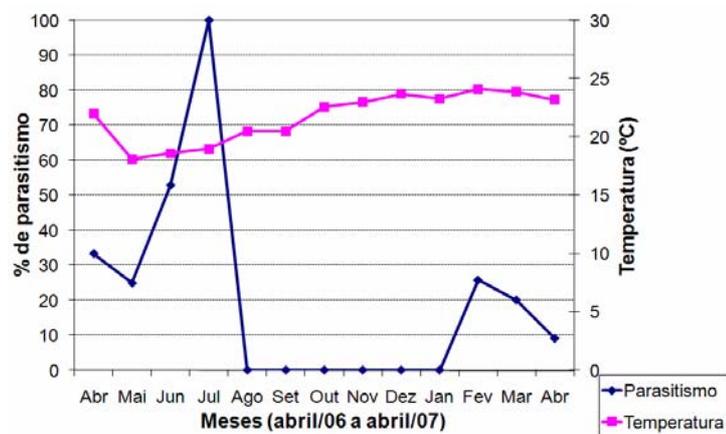


**Figura 50:** Ocorrência anual e densidade de parasitoides sobre as larvas dos Geometridae obtidos (de abril de 2006 a abril de 2007).

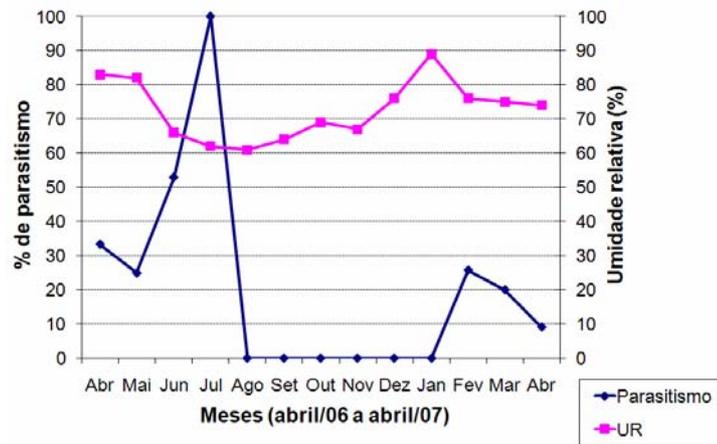


**Figura 51:** Ocorrência de larvas de Geometridae relacionada à taxa de parasitismo (de abril de 2006 a abril de 2007).

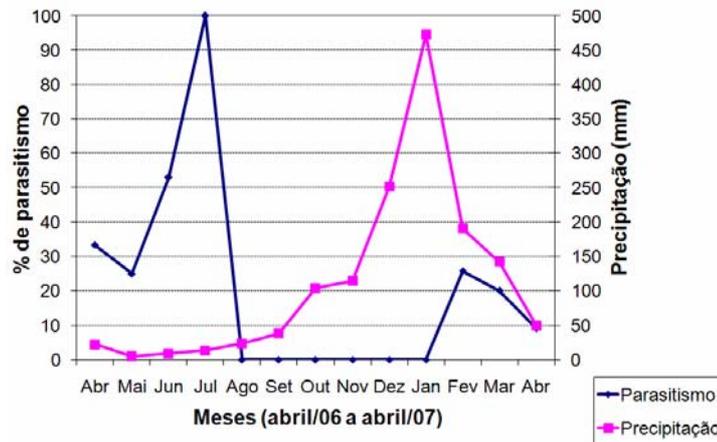
A ocorrência de parasitismo parece não estar relacionada às médias das temperaturas; parece apresentar relação inversa com a variável umidade, ocorrendo preferencialmente nas épocas de estiagem e períodos de menores valores de umidade relativa (Figuras 52, 53 e 54).



**Figura 52:** Taxa de parasitismo de larvas de Geometridae relacionada à temperatura média (de abril de 2006 a abril de 2007).



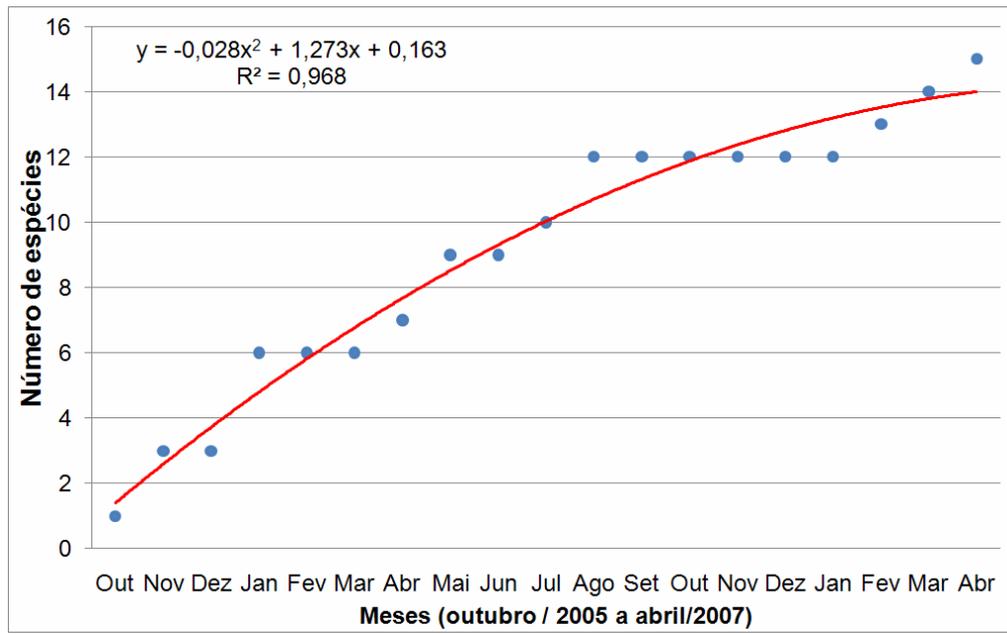
**Figura 53:** Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à umidade relativa (de abril de 2006 a abril de 2007).



**Figura 54:** Taxa de parasitismo em larvas de Geometridae relacionada à precipitação (de abril de 2006 a abril de 2007).

Com relação ao número cumulativo de espécies, a curva de saturação mostrou-se fortemente positiva e não-assintótica (Figura 55). Isto sugere que o período de 18 meses não foi suficiente para determinar a riqueza de espécies de Geometridae em *R. umbellata*.

MARCONATO (2001), OSÓRIO (2003) e FERNANDES (2003) também apresentaram dados sobre o acúmulo de espécies em seus estudos, concluindo que um ano não era suficiente para determinar a riqueza de espécies associadas a uma espécie de planta.



**Figura 55:** Curva de saturação de espécies de Geometridae de outubro de 2005 a abril de 2007.

## 5. CONCLUSÕES

*Rapanea umbellata* teve o primeiro registro como planta hospedeira de Geometridae no presente estudo.

De um total de 14 espécies de Geometridae associadas à *R. umbellata* durante o período estudado, a espécie predominante foi *Phrygonis polita*, seguida de *P. paradoxata*.

O ciclo de desenvolvimento de *P. polita*

*Euplectrus sp.* foi predominante entre os gêneros dos parasitóides obtidos a partir das larvas dos Geometridae coletados.

A precipitação, dentre as variáveis abióticas consideradas, foi de grande influência no ciclo de desenvolvimento dos Geometridae estudados, como esperava-se.

A identificação dos Geometridae a partir dos caracteres larvais foi eficiente em nível genérico. Em nível específico, os caracteres foram menos evidentes e nem sempre permitiram a identificação de espécies próximas pertencentes a um mesmo gênero.

Sugere-se que um tempo maior de coleta seja necessário para inventariar todas as espécies de Geometridae associadas à *R. umbellata*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAB, A. & BENTO, J. M. S. 2006. Plant Volatiles: New Perspectives for Research in Brazil. **Neotropical Entomology** **35**(2): 151-158.
  
- ARAGÃO, C. A. *et al.* 2000. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência & Agrotecnologia**. V. **24** (edição especial), p. 81-93.
  
- ASKEW, R. R. & SHAW, M. R. 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development, p. 225-264. *In*: J. WAAGE & D. GREATHEAD (eds.). **Insect Parasitoids**. London, London Academic, xxvii+389 p.
  
- BACKES, P.; IRGANG, B. 2002. **Árvores do sul: guia de identificação & interesse ecológico**. Santa Maria: Editora Palloti, 326p.
  
- BAHADOORSINGH, R. & KHAN, A. 2006. Olfactory mediated interactions between *Citrus aurantium*, *Toxoptera citricida* and *Lysiphlebus testaceipes* **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.41, n.11, p.1587-1591, nov. Brasília.
  
- BECERRA, J. X. 1997. Insects on plants: macroevolutionary chemical trends in host use. **Science** **276**: 253-256.
  
- BELJAEV, E. A. 2006. A morphological approach to the Ennomine phylogeny (Lepidoptera, Geometridae). **Spixiana** **29**/3: 215-216.

- BENDICHO-LÓPEZ, A., MORAIS, H. C., HAY, J. D. & DINIZ, I. R. 2006. Lepidópteros Folívoros em *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) no Cerrado *Sensu Stricto*. **Neotropical Entomology** 35(4):458-468
  
- BERNARDES, C. & MORAIS, H. C. Diferença de diversidade da larva de lepidóptera entre espécie arbórea (*Diospyrus burchellii*) e espécie arbustiva (*Sabicea brasiliensis*) do cerrado. **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza, 2003.
  
- BIEZANKO, C. M. 1948. IX. Geometridae e Uraniidae De Pelotas e seus arredores. 4pp. **Pelotas**.
  
- BIEZANKO, C. M.; BERTHOLDI, R. E. & BAUCKE, O. 1949. Relação dos principais insetos prejudiciais observados nos arredores de Pelotas nas plantas cultivadas e selvagens. **Agros** 2: 156-213.
  
- BOURQUIN, F. 1939. Metamorphosis de *Racheospila gerularia* (Lep., Geometridae, Hemitheinae). **Physis** 17: 385-392.
  
- BOURQUIN, F. 1945. **Mariposas Argentinas. Vida, desarrollo, costumbres y hechos curiosos de algunos lepidópteros argentinos**. Buenos Aires. 212 p.
  
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. 1969. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. São Paulo - SP. Editora Edgard Blu Ltda. 635 p.

- BRAGA, S. M. P. 1997. **Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à Piperaceae em área de mata nativa na região de São Carlos, S.P.** Dissertação (Mestrado). PPG-ERN, UFSCar. 80p.
  
- BRAGA, S. M. P.; DIAS, M. M. & PENTEADO-DIAS, A. M. 2001. Aspectos bionômicos de *Eois tegularia* (Guenée) e *Eois glauculata* (Walker) (Lepidoptera, Geometridae, Larentiinae) e seus parasitóides. **Revista brasileira de Zoologia** **18** (3): 837-840.
  
- BROWN Jr, K. S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. *In*: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (Eds.). The conservation of insects and their habitats. New York: Academic Press. 349-404.
  
- BROWN Jr, K. S. 1996. Conservation of threatened species of Brazilian Butterflies. *In*: Decline and conservation of butterflies in Japan III: **Proceedings International Symposium on Butterfly Conservation** Osaka, Japan 1994: 45-62.
  
- BROWN Jr, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**. **1**: 1-18.
  
- BROWN Jr, K. S. 2001. Insetos indicadores da História, composição, diversidade e integridade de matas ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R. F.; FILHO LEITÃO, H. F. de (Eds.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2a ed. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo: FAPESP. 223-232.

- BROWN Jr, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. **Biotropica** **32** (4b): 934-956.
- BROWN Jr, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2002. Butterflies communities of urban Forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation** **6**: 217-231.
- BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C. & EBERHARDT. 2007. Clima e Vegetação natural do Rio Grande do Sul segundo o diagrama de Walter e Lieth. **Ciência Florestal** **17** (2): 91-100.
- BUZZI, Z. J. 2002. **Entomologia Didática** - 4a edição – Curitiba: Ed. UFPR. 348p.
- CARROLL, S. S. & PEARSON, D. L. 1998. Spatial modeling of butterfly species diversity using tiger beetles as a bioindicator taxon. **Ecological Applications** **8**: 531-543.
- CASAGRANDE, M. M. & MIELKE, O. H. H. 1989. Estágios imaturos de *Bombycodes aspilaria* Guenée (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **18** (1): 177-186.
- COLEY, P. D. & BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** **27**: 305-335.

- COSTA, T. A. 2001. **Larvas de Geometridae a *Stryphodendron spp.* (Mimosaceae) em área de cerrado da UFSCar.** Monografia de conclusão de curso (Graduação em Biologia) – CCBS, UFSCar.
  
- COSTA, F. A. P. 2004. Plantas-hospedeiras, insetos folívoros e o terceiro nível trófico. **La Insignia** (<http://www.lainsignia.org>). Brasil, junho de 2004.
  
- COSTA LIMA, A. M. 1945. **Insetos do Brasil.** 5° Tomo. Lepidópteros. 1a. parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 379 p.
  
- COSTA LIMA, A. M. 1950. **Insetos do Brasil,** 6° Tomo. Lepidópteros. 2a. parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 420 p.
  
- COVELL, C. V. 1984. **A field guide to the moths of eastern North America (The Peterson Field Guide Series).** Houghton Mifflin Comp. Boston. XV+496 p., 64 pls.
  
- DIAS, M. M. 1988. Estágios imaturos de *Sabulodes caberata caberata* Guenée, 1857 e *Sabulodes exonorata* Guenée, 1857 (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). **Revista brasileira de Zoologia** 5 (3): 455-464.
  
- DIAS, M. M. 2006. Lepidoptera. *In:* (Costa, C.; S. Ide & C. E. Simonka eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação.** Ribeirão Preto: Holos, Editora. 249 p., ilustrado.
  
- DICKE, M. & J. J. A. VAN LOON. 2000. Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 97: 237-249.

- DINIZ, I. R. & MORAIS, H. C. 1995. Larvas de Lepidoptera e suas plantas hospedeiras em um cerrado de Brasília, DF, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **39** (4): 755-770.
  
- DINIZ, I. R.; Morais, H. C.; Botelho, A. M. F.; Venturoli, F. & Cabral, B. C. 1999. Lepidopteran caterpillar fauna on lactiferous host plants in the central brazilian cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** **59** (4): 627-635.
  
- DINIZ, I. R., MORAIS, H. C. & CAMARGO, A. C. 2001. Host Plants of lepidopteran caterpillars in the cerrado of the Distrito Federal, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** **45**(2): 107-122.
  
- EDWARDS, P. J. & WRATTEN, S. D. 1981. **Ecologia das Interações entre Insetos e Plantas**. EPU- EDUSP. São Paulo. 71p.
  
- EHRLICH, P. R. & RAVEN, P. H. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution** **18**: 586-608
  
- ERHARDT, A; THOMAS, J. A. 1991. Lepidoptera as indicators of change in the seminatural grasslands of lowland and upland Europe. *In*: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (Eds.). **The conservation of insects and their habitats**. New York: Academic Press. 213-236.
  
- FERNANDES, L. B. R. 1999. Aspectos bionômicos dos Geometridae (Lepidoptera) associados a *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) em uma área de mata nativa na região de São Carlos, SP. **Dissertação (Mestrado)**. PPG-ERN. Universidade Federal de São Carlos.

- FERNANDES, L. B. R. 2003. Hymenoptera parasitóides de larvas de Lepidoptera associadas à *Croton floribundos* Spreng (Euphorbiaceae). **Tese (Doutorado)**. PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos.
  
- FERNANDES, G. W. & BICALHO, J. A. 1995. Herbivoria por insetos em *Chamaecrista dentata* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Entomologia** **39**:725-731.
  
- FLETCHER, D. S. 1979. **The generic names of moths of the world. Vol. 3. Geometroidea.** In Nye, I. W. B. (Ed.). British Museum (Natural History) XX+243 p.
  
- GAULD, I. D.; BOLTON, B. **The Hymenoptera.** Oxford: Oxford University, 1988. 331p.
  
- GRISSELL, E.E., SCHAUFF, M.E. 1990. A handbook of the families of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Washington: **Entomological Society of Washington**, 86p.
  
- GUNNAR, B., 2002. Diversity of geometrid moths in a montane rainforest in Ecuador. **Dissertation**, Universität Bayreuth.
  
- GUNNAR, B., & FIEDLER, K. 2003. Faunal composition of geometrid moths changes with altitude in an Andean montane rain forest. **Journal of Biogeography** **30**:3 431
  
- HANSON, P.; GAULD, I. D. 2006. **Hymenoptera de la Región Neotropical.** 1<sup>a</sup> ed. Gainesville, Florida: Memoirs of the American Entomological Institute, v. 77, 994p.

- HEPPNER, J. B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. **Tropical Lepidoptera**, vol. 2, suppl.1, 85 p.
  
- JANZEN, D. (10.6.2007)  
<http://janzen.sas.upenn.edu/caterpillars/dblinks/searchplaycat4.lasso>
  
- JUNG-MENDAÇOLLI, S. L. & BERNACCI, L. C. 2006. *In*: WANDERLEY, M. G. L., SHEPHERD, G. J, MELHEM, T. S. M. & GIULIETTI, A. M. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo** - Volume 4. Editora Rima, 432p.
  
- LA SALLE, J. & GAULD, I. D. 1993. **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB International, Wallingford, Inglaterra, 348 pp.
  
- LEWINSOHN, T. M., FREITAS, A. V. L. & PRADO, P. I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**. v. 1. número 1. Julho.
  
- LORENZI, H. 2002. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Editora Plantarum, 384 p.
  
- MARCONATO, G. 2001. Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados a *Erythroxylum microphyllum* (Erythroxylaceae) na Região de São Carlos, SP. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de São Carlos.
  
- MARCONATO, G. & DIAS, M. M., 2004. Estágios imaturos e bionomia de *Cyclomia mopsaria* Guenée (Lepidoptera, Geometridae). **Revista brasileira Entomologia** 48 (1): 1-8.

- MATOS, C. H. C., PALLINI, A., BELLINI, L. L. & FREITAS, R. C. P. 2006. Domácias e seu papel na defesa das plantas. **Ciência Rural**, v.36, n.3, mai-jun.
  
- MATTHEWS, R. M. 1984. Biology of Braconidae. **Annual Review of Entomology** 19; p.15-32.
  
- MCGUFFIN, W. C. 1977. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II. Subfamily Ennominae. 2. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. No. 101. 191 p.
  
- MCGUFFIN, W. C. 1987. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II. Subfamily Ennominae. 4. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. No. 138. 182 p.
  
- MICHAEL, M. P. 1999. **Insetos: guia prático**. São Paulo: Nobel, 64 p.
  
- MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. & SILVA, D. M. S. 1999. Caterpillars seasonality in a central brazilian cerrado. **Revista de Biologia Tropical** 47(4): 1025-1033.
  
- NAKANO, O. *et al.* 2002. **Entomologia/Agrícola**, Fealq, São/ Paulo. 920 p.
  
- ODE, P. J.; BERENBAUM, M. R.; ZANGERL, A. R. & HARDY, I. C. W. 2004. Host plant, host plant chemistry and the polyembryonic parasitoid *Copidosoma sosares*: indirect effects in a tritrophic interaction. **Oikos** 104: 388-400. T. C.

- OSÓRIO, T. P. 2003. Estágios imaturos de Geometridae (Lepidoptera) associados à *Stryphnodendron spp.*(Mimosaceae) em área de cerrado no município de São Carlos, SP. **Dissertação (Mestrado)**. PPG-ERN. Universidade Federal de São Carlos.
  
- PITKIN, L. M. 2002. Neotropical ennomine moths: a review of the genera (Lepidoptera: Geometridae). **Zoological Journal of the Linnean Society** **135**: 121-401.
  
- POOLE, R. W. 1987. A taxonomic revision of the new world moth genus *Pero* (Lepidoptera, Geometridae). **Agricultural Research Service Technical Bulletin n1698**, 257p.
  
- PROUT, L. B. 1933. On the geometrid genus *Phrygionis* Hb. **Novitates Zoologicae** **39**: 1-9.
  
- PROUT, L. B. 1910-1913. **Lepidoptera Heterocera, Geometridae, in Wytsman, Genera Insectorum. 103**: 1-15, **104**: 1-120, **129**: 1-274.
  
- PROUT, L. B. 1912-1935. **Geometridae, in Junk, Lepidopterorum Catalogus. 8**: 1-94, **14**:1-192, **61**, **63**, **68**: 1-486.
  
- PROUT, L. B. 1932-1938. **Geometridae, in Seitz, Gross-Schmetterlinge der Erde. 8**: 1-144.
  
- RINDGE, F. H. 1983. A generic revision of the new world Nacophorini (Lepidoptera, Geometridae). **Bulletin of the American Museum of Natural History** **175** (2): 147-262.

- SALKED, E. H. 1983. A catalogue of the eggs of some Canadian Geometridae (Lepidoptera), with comments. **Memoirs of the Entomological Society of Canada. no. 126**, 271 p.
  
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; DIAS, O. S. & ZANUNCIO, J. C. 1996. Aspectos biológicos e descritivos de *Glena unipennaria* (Guenée) (Lepidoptera: Geometridae) em *Eucalyptus urophylla*. **Annais da Sociedade Entomologica do Brasil 25** (2): 245-249.
  
- SCOBLE, M. J. 1994. A taxonomic revision of the genera *Phrygionis* Hübner and *Pityeja* Walker (Geometridae: Ennominae, Palyadini). **Zoological Journal of the Linnean Society 111**: 99-160.
  
- SCOBLE, M. J. 1995. A review of the moth tribe Palyadini with the description of a new genus (Geometridae: Ennominae). **Systematic Entomology 20**: 35-58.
  
- SCOBLE, M.J. 1999. **Geometrid moths of the world. A catalogue**. CSIRO Publ. XXV + 1.016p. (2 vol.).
  
- SCHAUFF, M. E. & JANZEN, D. H. 2001. Taxonomy and ecology of Costa Rican *Euplectrus* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of caterpillars (Lepidoptera). **Journal of Hymenoptera Research 10**(2):181-230.
  
- SILVA, A.; D'ARAUJO, G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. D. & DE SIMONI, L. 1967a. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Parte I – 1<sup>o</sup> tomo: bibliografia

entomológica brasileira (A a K - 1 a 4.688). Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, XII + 422 p.

- SILVA, A.; D'ARAUJO, G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. D. & DE SIMONI, L. 1967b. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Parte I – 2º tomo: bibliografia entomológica brasileira (L a Z e Anônimos – 4.689 a 10.647). Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 423-906 p., adenda, errata Parte I – 1º tomo, errata Parte II – 2º tomo.

- SILVA, A.; D'ARAUJO, G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. D. & DE SIMONI, L. 1968a. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Parte II – 1º tomo: insetos, hospedeiros e inimigos naturais. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, XXIV + 622 p.

- SILVA, A.; D'ARAUJO, G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. D. & DE SIMONI, 1968b. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Parte II – 2º tomo: índice de insetos e índice de plantas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, VII + 265 p.

- SOUZA, V. C. & H. LORENZI, 2005. **Botânica sistemática**. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 640 p.

- TAVARES, M. T. 1991. Estudos das interações "plantas/afídeo/parasitóide e hiperparasitóide" em ambientes naturais e antrópicos. **Dissertação (Mestrado)**. PPG-ERN. Universidade Federal de São Carlos, 65 p.
  
- THOMAS, C. D.; HILL, J. K.; LEWIS, O. T. 1998. Evolutionary consequences of habitat fragmentation in a localized butterfly. **Journal of Animal Ecology**, **67**: 485-497.
  
- WAHL, D.B.; SHARKEY, M.J. 1993. Superfamily Ichneumonoidea. *In*: GOULET, H.; HUBER, J.T. **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Ottawa, Ontario, p. 358-362.
  
- WHARTON, R. A.; MARSH, P. M.; SHARKEY, M.J. (eds). 1997. **Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera)**. Special publication of the International Society of Hymenopterists. 439p.
  
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecological Systematics** **19**; p.1-18 .
  
- WOLDA, H. 1989. Seasonal cues in tropical organisms. Rainfall? Not necessarily! **Oecologia** **80**; p.437-444.
  
- YU, D.S.; VAN ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. 2005. Biological and taxonomic information of world Ichneumonoidea. 2004. **Electronic Compact Disk. Taxapad**. Vancouver, Canada. <http://www.taxapad.com>