

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Aspectos bionômicos de Geometridae
(Lepidoptera) associados a
Erythroxyllum microphyllum
(Erythroxyllaceae) na região de São
Carlos, SP.

Gláucia Marconato

Dissertação 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.

São Carlos
2001

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

| | |
|--------|--|
| M321ab | <p>Marconato, Gláucia. Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados a <i>Erythroxylum microphyllum</i> (Erythroxylaceae) na região de São Carlos, SP / Gláucia Marconato. -- São Carlos : UFSCar, 2003. 82 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2001.</p> <p>1. Geometroidea. 2. Lepidoptera. 3. Geometridae. 4. Herbivoria. 5. Estágios imaturos. 6. Interação inseto-planta. I. Título.</p> <p>CDD: 595.781 (20^a)</p> |
|--------|--|

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho
Orientador

“A coisa mais nobre que podemos experimentar é o mistério. Ele é a emoção fundamental, paralela ao berço ao berço da verdadeira ciência. Aquele que não o conhece, que não mais pode cogitar, que não mais sente admiração, está praticamente morto.”

(Albert Einstein)

Agradecimentos

Ao Prof. Dr Manoel Martins Dias Filho, pela dedicação e confiança com que me orientou e pelos ensinamentos acerca dos Lepidoptera, da arte de ilustrá-los e da contemplação da infinita beleza que existe no mundo natural. Agradeço também pela identificação e fotografias dos Geometridae.

À CAPES pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

À minha família pelo carinho, especialmente aos meus pais, Maria e Abílio, pelo apoio e incentivo; a meus irmãos, Cássia e Abílio Jr., que mesmo não compreendendo muito meu amor pelas larvas de Geometridae, conviveram pacificamente com elas nos finais de semana; e à Letícia, minha sobrinha, que foi minha fonte inspiradora e renovadora de energia na etapa final, durante os dias de exaustiva digitação.

À Tereza e Magda, pelo bem mais precioso que é a amizade, pela ajuda, pelos conselhos sempre muito sensatos, pelo incentivo, e pelos momentos tão divertidos na rotina do laboratório.

A todos os meus amigos de laboratório; especialmente à Sandra Braga, Kátia, Luciana, Denise, Pesquero e Helena que suavizaram os momentos difíceis e intensificaram os alegres; cada um a seu modo, certamente contribuiu, no meu aprimoramento profissional e pessoal.

Ao técnico e amigo Luiz Aparecido Joaquim, pelo auxílio em campo, pela amizade que construímos, e pelo ótimo humor que sempre o acometeu.

À minha turma de mestrado, colegas do doutorado, e professores, pelo aprendizado durante as disciplinas.

À Edna, Tereza e Luciano pelo auxílio na digitalização e tratamento das imagens.

À Profa Dra Angélica Maria Penteado Dias, pelo auxílio na identificação dos parasitóides.

Ao Prof. Dr Waldir Mantovani, do Instituto de Biociências da USP, pela identificação da planta hospedeira.

À EMBRAPA, pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

Às várias pessoas que passaram pela minha vida durante esse tempo e contribuíram de alguma forma para este trabalho se realizar.

Lista de Figuras e Quadros

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: Venação das asas de Geometridae. A, Ennominae; B, Sterrhinae (segundo LIMA, 1949) | 16 |
| FIGURA 2: <i>Erythroxyllum microphyllum</i> (Ramo em tamanho natural) | 17 |
| FIGURA 3: Ramos férteis da planta hospedeira <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 18 |
| FIGURA 4: Local de estudo: campus da UFSCar (segundo SANTOS et al., 1999) ... | 24 |
| FIGURA 5: Borda do caminho onde foram realizadas as coletas | 25 |
| FIGURA 6: Método de coleta com guarda-chuva entomológico | 27 |
| QUADRO 1: Espécies de Geometridae registradas em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 28 |
| FIGURA 7: Ocorrência anual das larvas de Geometridae em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 29 |
| FIGURA 8: Proporção entre os gêneros de Geometridae registrados em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 29 |
| FIGURA 9: Distribuição sazonal dos Geometridae registrados em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 30 |
| FIGURA 10: Ocorrência de <i>Cyclomia mopsaria</i> em relação às outras espécies de Geometridae | 30 |
| QUADRO 2: Parasitóides de Geometridae e seus respectivos hospedeiros registrados em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 31 |
| FIGURA 11: Casulos pupais dos parastóides: A. <i>Microcharops peronata</i> ; B. <i>Charops</i> sp. (Ichneumonidae); C. <i>Meteorus</i> sp. (Braconidae) | 32 |
| FIGURA 12: A e B, <i>Cyclomia mopsaria</i> parasitada por <i>Aleiodes</i> sp.(casulo com abertura de emergência); C, Multiparasitismo: <i>Euplectrus</i> sp. (ectoparasitóide) sobre os restos de tegumento da larva também | |

| | |
|---|----|
| parasitada por Ichneumonidae (casulo); D, pupa de <i>Glena sp.</i> parasitada por <i>Metopius sp</i> após a emergência do parasitóide | 33 |
| FIGURA 13: Ocorrência anual e abundância de parasitóides sobre larvas dos Geometridae obtidos | 34 |
| FIGURA 14: Proporção entre os parasitóides dos Geometridae registrados em <i>Erythroxylum microphyllum</i> | 34 |
| FIGURA 15: Precipitação relacionada à temperatura indicando os períodos secos (precipitação abaixo da curva da temperatura). GAUSSEN e BAGNOULS (apud IBGE, 1977) | 35 |
| FIGURA 16: Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à temperatura média | 35 |
| FIGURA 17: Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à umidade relativa ... | 36 |
| FIGURA 18: Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à precipitação | 36 |
| FIGURA 19: Distribuição sazonal dos parasitóides dos Geometridae associados a <i>Erythroxylum microphyllum</i> | 37 |
| FIGURA 20: Taxa de parasitismo de larvas de Geometridae relacionada à temperatura média | 37 |
| FIGURA 21: Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à umidade relativa | 38 |
| FIGURA 22: Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à precipitação | 38 |
| FIGURA 23: Ocorrência de larvas de Geometridae relacionada à taxa de parasitismo | 39 |
| FIGURA 24: Taxa de parasitismo de <i>C. mopsaria</i> em relação à taxa de parasitismo nas outras espécies | 39 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 25: Curva de saturação de espécies de Geometridae em <i>Erythroxyllum microphyllum</i> durante o período de estudo | 40 |
| QUADRO 3: Fenologia da planta hospedeira observada durante o período de estudo (junho/1999 a junho/2000) | 40 |
| FIGURA 26: <i>Cyclomia mopsaria</i> (adultos), variação morfológica. A, B e C: machos; D: fêmea | 48 |
| FIGURA 27: <i>Cyclomia mopsaria</i> (macho) em repouso sobre <i>Erythroxyllum microphyllum</i> | 48 |
| FIGURA 28: Cápsula cefálica de larvas de <i>Cyclomia mopsaria</i> : A e B em 3 ^o instar; C e D em 4 ^o instar; E e F em 5 ^o instar | 49 |
| FIGURA 29: Cápsula cefálica de larva <i>Cyclomia mopsaria</i> , 4 ^o instar, vista frontal | 50 |
| FIGURA 30: Larva de <i>Cyclomia mopsaria</i> em 5 ^o instar, vista lateral | 50 |
| FIGURA 31: Extremidade posterior da larva de <i>Cyclomia mopsaria</i> em 5 ^o instar, vista lateral | 50 |
| FIGURA 32: Cápsula cefálica de larva <i>Cyclomia mopsaria</i> , 5 ^o instar, vista frontal | 51 |
| FIGURA 33: Cápsula cefálica de larva <i>Cyclomia mopsaria</i> , 5 ^o instar, vista lateral | 51 |
| FIGURA 34: Pupa de <i>Cyclomia mopsaria</i> . A, vista dorsal; B, vista ventra; C, vista lateral; D, extremidade posterior, vista ventral (macho); E, extremidade posterior do abdome, vista ventral (fêmea); F, extremidade posterior do abdome, vista dorsal; G, extremidade posterior do abdome, vista lateral; H, cremáster | 52 |
| FIGURA 35: Larvas de 5 ^o instar de <i>Cyclomia mopsaria</i> em diferentes formas. A, forma verde com manchas castanhas; B, verde com manchas alaranjadas e castanhas; C, castanho-escura com áreas amarelas e verdes; D, cinzenta-clara; E, verde e castanha com faixa lateral branca; F, castanho-avermelhada com manchas alaranjadas; G, castanho-olivácea com | |

| | |
|---|----|
| manchas semelhantes às lenticelas das planta hospedeira; H, cinzento-clara com manchas castanhas | 53 |
| FIGURA 36: Larva de <i>Cyclomia mopsaria</i> , 4 ^o instar, vista lateral, forma com manchas amarelas | 54 |
| FIGURA 37: Larva de <i>Nematocampa sp</i> (segundo STEHR, 1987) | 64 |
| FIGURA 38: A, <i>Glena unipennaria</i> (macho); B, <i>Glena bipennaria</i> (macho); C, <i>Glena demissaria</i> (macho); D, <i>Physocleora cariaria</i> (macho); E, <i>Physocleora junctilinea</i> (macho); F, <i>Physocleora junctilinea</i> (fêmea); G, <i>Hymenomima amberia</i> (macho); H, <i>Iridopsis fulvitincta</i> (macho) | 65 |
| FIGURA 39: A, <i>Prochoerodes onustaria</i> (macho); B, <i>Macaria regulata</i> (macho); C, <i>Ischnopteris sp</i> (fêmea); D, <i>Melanolophia sp</i> (fêmea); E, <i>Herbita renipuncta</i> (macho); F, <i>Isochromodes</i> (fêmea); G, <i>Semaeopus vizaria</i> (macho); H, <i>Semaeopus lunifera</i> (fêmea) | 66 |

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. Lepidoptera | 13 |
| 1.2. Geometridae | 13 |
| 1.3. Subfamílias estudadas | 15 |
| 1.3.1. Ennominae | 15 |
| 1.3.2. Sterrhinae | 16 |
| 1.4. Planta hospedeira | 16 |
| 1.5. Relações tróficas | 18 |
| | |
| 2. OBJETIVOS | 22 |
| | |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 3.1 Local de estudo | 23 |
| 3.2. Métodos | 25 |
| | |
| 4. RESULTADOS | 28 |
| 4.1. Estágios imaturos e bionomia de <i>Cyclomia mopsaria</i> | 41 |
| 4.1.1. Morfologia | 42 |
| 4.1.1.1. Estágios imaturos | 42 |
| 4.1.1.1.1. Ovo | 42 |
| 4.1.1.1.2. Larva | 42 |
| 4.1.1.1.3. Pupa | 46 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.2. Bionomia | 47 |
| 4.2. Outros Geometridae obtidos | 54 |
| 4.2.1. <i>Glena</i> | 54 |
| 4.2.2. <i>Physocleora</i> | 55 |
| 4.2.3. <i>Hymenomima amberia</i> | 56 |
| 4.2.4. <i>Iridopsis fulvitincta</i> | 57 |
| 4.2.5. <i>Iridopsis nigraria</i> | 58 |
| 4.2.6. <i>Prochoerodes</i> | 58 |
| 4.2.7. <i>Macaria regulata</i> | 59 |
| 4.2.8. <i>Ischnopteris</i> | 60 |
| 4.2.9. <i>Thyrinteina arnobia</i> | 60 |
| 4.2.10 <i>Melanolophia</i> | 61 |
| 4.2.11. <i>Nematocampa</i> | 62 |
| 4.2.12. <i>Herbita renipuncta</i> | 62 |
| 4.2.13. <i>Isochromodes</i> | 63 |
| 4.2.14. <i>Semaeopus vizaria</i> | 63 |
| 4.2.15. <i>Semaeopus lunifera</i> | 64 |
| | |
| 5. DISCUSSÃO | 67 |
| | |
| 6. CONCLUSÕES | 75 |
| | |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |

Resumo

Este trabalho foi realizado em área de cerrado, próximo a mata ripária. Foram estudados os Geometridae associados a *Erythroxylum microphyllum*. As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante um ano por meio de guarda-chuva entomológico. As larvas foram criadas em laboratório, utilizando a planta hospedeira para alimentá-las.

Ocorreram 22 espécies de Geometridae distribuídas em 15 gêneros, 11 gêneros de Hymenoptera Parasitica e dois Diptera Tachinidae. Dentre as espécies de Geometridae, a mais comum, com abundância relativa de 83%, foi *Cyclomia mopsaria*. Outros geometrídeos registrados foram: *Glena unipennaria*, *G. bipennaria*, *G. demissaria*, *G. brachia*, *Physocleora junctilinea*, *P. cariaria*, *Physocleora* sp., *Iridopsis fulvitincta*, *I. nigraria*, *Hymenomima amberia*, *Macaria regulata*, *Ischnopteris* sp., *Prochoerodes onustaria*, *Prochoerodes* sp., *Thyrinteina arnobia*, *Nematocampa* sp., *Melanolophia* sp., *Isochromodes*, *Semaeopus lunifera* e *Semaeopus vizaria*. Os parasitóides Hymenoptera foram: *Microcharops peronata*, *Charops* sp., *Metopius* sp., *Hyposoter* sp., *Mesochorus* sp., *Aleiodes* sp., *Distatrix* sp., *Meteorus* sp., *Protapanteles* sp., *Rasivalva* sp., e *Euplectrus* sp. Os Diptera Tachinidae foram: *Winthemia* sp., e Blondeliini.

A época de maior ocorrência de larvas foi entre o final da estação chuvosa e o início da estação seca. Nesta mesma época, ocorreram os mais baixos níveis de parasitismo.

Abstract

This work was carried out in a Cerrado area near to riparian forest. We studied the Geometridae associated to *Erythroxylum microphyllum*. The samples were collected at each two weeks, during a year. It was used the method of entomological umbrella. The larvae were grown in the laboratory, using the host plant as food.

It occurred 22 species of Geometridae arranged in 15 genera, 11 genera of Hymenoptera Parasitica and two Diptera Tachinidae. The most common species that occurred was *Cyclomia mopsaria*, whose relative abundance was 83%. Other Geometridae recorded were: *Glena unipennaria*, *G. bipennaria*, *G. demissaria*, *G. brachia*, *Physocleora junctilinea*, *P. cariaria*, *Physocleora* sp., *Iridopsis fulvincta*, *I. nigraria*, *Hymenomima amberia*, *Macaria regulata*, *Ischnopteris* sp., *Prochoerodes onustaria*, *Prochoerodes* sp., *Thyrinteina arnobia*, *Nematocampa* sp., *Melanolopia* sp., *Isochromodes*, *Semaepus lunifera* and *Semaepus vizaria*. The Hymenoptera parasitoids were: *Microcharops peronata*, *Charops* sp., *Metopius* sp., *Hyposoter* sp., *Mesochorus* sp., *Aleiodes* sp., *Distatrix* sp., *Meteorus* sp., *Protapanteles* sp., *Rasivalva* sp., e *Euplectrus* sp. The Diptera Tachinidae were: *Winthemia* sp., and a Blondeliini species.

The period of higher occurrence of larvae was between the end of rainy season and the beginning of the dry season. At this same period, was recorded the lowest rate of parasitism.

1. Introdução

1.1. Lepidoptera

A ordem Lepidoptera está entre as maiores ordens de insetos. HEPPNER (1991) mencionou 146.277 espécies descritas para a fauna mundial. Caracterizam-se principalmente por apresentar asas membranosas recobertas de escamas e aparelho bucais sugador maxilar, constituído pela espirotromba (gáleas das maxilas, que em repouso ficam enroladas e abrigadas entre os palpos labiais). A larva é do tipo eruciforme (cabeça evidente, corpo cilíndrico e pernas falsas no abdome), vive associada à planta hospedeira, desenvolvendo inúmeras adaptações e estratégias de sobrevivência, relacionadas a seus predadores e parasitóides.

1.2. Geometridae

A família Geometridae Stephens (1829), compreende 7.956 espécies descritas para a região Neotropical, segundo HEPPNER (1991). Esse número vem sendo constantemente acrescido em revisões recentes; RINDGE (1967) descreveu 25 espécies de *Glena* e citou 6 anteriormente descritas; esse mesmo autor, em 1990, em revisão do gênero *Phyle* descreveu 10 espécies e citou 4 já descritas. Os gêneros de Ennominae, subfamília que representa a metade dos Geometridae neotropicais, estão revistos em PITKIN (2002). HOLLAND (1968), considera 12 subfamílias, mas segundo FLETCHER (1979), a família é dividida nas seguintes subfamílias: Archiearinae, Ennominae, Geometrinae, Sterrhinae, Larentiinae e Oenochrominae. Recentemente foram acrescentadas mais três subfamílias, Desmobathrinae, Orthostixinae e Alsophilinae, segundo HOLLOWAY (1996).

Os Geometridae são mariposas cosmopolitas, na maioria de tamanho pequeno a médio; corpo geralmente delgado e asas largas. Em repouso, permanecem

com as asas abertas, na maioria das espécies; nestas, o padrão de desenho e coloração da face superior das asas é semelhante nas asas anteriores e posteriores. Os adultos têm hábito noturno, em sua maioria; há espécies diurnas, de coloração viva, fazendo parte de anéis miméticos que incluem borboletas. Apresentam órgão timpânico localizado na base do abdome. A larva é muito peculiar na forma de locomoção (mede-palmos), característica relacionada à ausência ou redução dos três primeiros pares de pernas abdominais, nos segmentos A3, A4 e A5* na grande maioria das espécies desta família. *Geometra* Linnaeus, 1758, gênero tipo da família, é designação referente ao modo de locomoção das larvas.

Poucas são as informações da literatura sobre os ciclos de vida do Geometridae neotropicais. Com relação ao grande número de espécies, considerações bionômicas na literatura são pouco significativas e representadas por publicações esparsas como BOURQUIN (1939), RINDGE (1949); no Brasil, DIAS (1998), descreveu a bionomia dos estágios imaturos de *Sabulodes caberata* Guenée, e *Sabulodes exhonorata* Guenée; CASAGRANDE e MIELKE (1989) referiram-se aos estágios imaturos de *Bombycodes aspilaria* Guenée, 1857. COVELL (1984) apresentou informações sobre plantas hospedeiras de espécies neárticas, muitas das quais têm sua distribuição estendendo-se até a região neotropical; dados similares para a nossa fauna estão em SILVA et al. (1968) com importante listagem de plantas hospedeiras e dados sobre parasitóides de Lepidoptera. BOURQUIN (1945) referiu-se a estágios imaturos de lepidópteros argentinos, incluindo dados sobre *Synchlora gerularia* (Hubner, 1823) (= *Racheospila gerularia*), *Microsema gladiaria* (Guenée, 1858) (= *Gynopterix gladiaria f. seraria*) e *Perizoma impromissata* (Walker, 1862)

Com relação à fauna exótica, estudos envolvendo aspectos bionômicos da família, são apresentados por: OMHART et al. (1983a, 1983b, 1984), referindo-se a

*A1, A2, ... A10: segmentos abdominais

insetos fitófagos (inclusive Geometridae), nutrindo-se com *Eucalyptus* na Austrália; BROWN (1962) e HOLLIDAY (1985) sobre a bionomia do gênero *Operophtera*; BEVAN e BROWN (1978) sobre estágios imaturos de *Bupalus piniaria* (Linnaeus, 1758). Estudos detalhados envolvendo plantas nutridoras de *Phigalia titea* (Cramer, 1780) estão em BUTLER (1985a, 1985b); e MARIATH (1984) estudou os fatores que influem na dispersão de *Ectropis excursaria* (Guenée, 1858). Dados morfológicos sobre ovos de Geometridae do Canadá estão em SALKED (1983).

BRAGA (1997), em dissertação de mestrado, estudou Geometridae associados a Piperaceae em área de mata semidecídua em São Carlos, SP, FERNANDES (1999) também elaborou dissertação de mestrado, com Geometridae associados a *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) no mesmo local citado acima.

1.3. Subfamílias estudadas

1.3.1. Ennominae

HEPPNER (1991) mencionou 3.948 espécies neotropicais descritas. Geralmente são mariposas de tamanho médio a grande; 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.** (Figura 1)

** R_1 , primeira nervura radial;
Sc, nervura subcostal;
 M_2 , segunda nervura média;
Rs, setor radial.

1.3.2. Sterrhinae

HEPPNER (1991) mencionou 906 espécies neotropicals descritas. Segundo SCOBLE (1995), são mariposas pequenas, geralmente com faixas ou linhas onduladas nas asas; tipicamente, uma mancha discal escura é presente em cada asa. Asas anteriores com uma ou duas células acessórias; nervura Sc + R₁, nas asas posteriores, funde-se com R₅ próximo à base da asa, por uma distância pequena e depois se afastam. (Figura 1B).

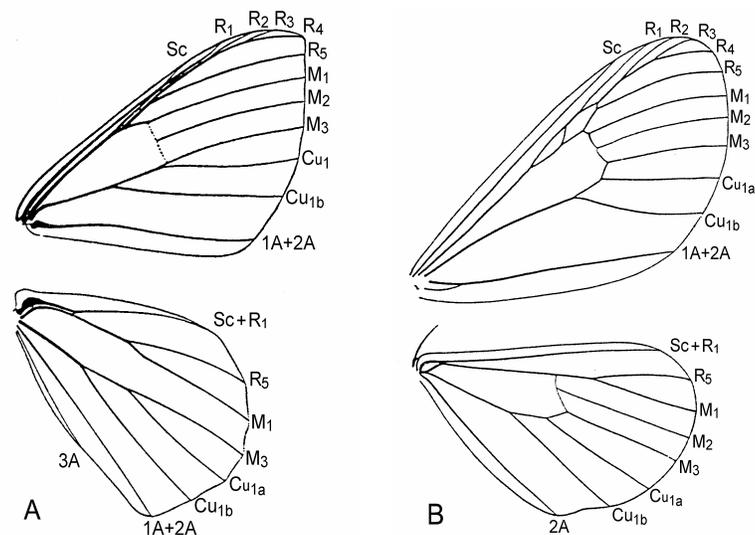


FIGURA 1: Venação das asas de Geometridae. A, Ennominae; B, Sterrhinae (segundo LIMA, 1949).

1.4. Planta Hospedeira (Figuras 2 e 3)

A planta hospedeira de larvas de Geometridae, estudada no presente trabalho foi *Erythroxylum microphyllum* A. St.-Hill (Erythroxylaceae). Apresenta porte arbustivo a arbóreo, podendo chegar a três metros de altura; o córtex é castanho-acinzentado, densamente verrucoso, com lenticelas grandes, alongadas. O pecíolo é curto, crasso, lâmina um pouco revoluta, brilhante na face adaxial e opaca na face abaxial.

Folha cartácea a coriácea, oblanceoada, ou subespatulada, ápice arredondado, emarginado, mucronado, base cuneada. A nervura central é visível em ambas as faces; nervuras laterais e do retículo não ou pouco visíveis em ambas as faces, Estípula persistente, coriácea, maior que o pecíolo, largo-triangular, enérvea, 3-setulosa, fimbriada nas margens quando jovem. Flor solitária nas axilas das folhas ou ramos; cálice 2/3 livre, lobos ovais. Flor brevistila com estames eqüilongos, estilete 2/3 livre. Flor longistila com estames epissépalos, epipétalos, estiletos 1/2 livre (BARBOSA, A., 1999).



FIGURA 2: *Erythroxylum microphyllum* (Ramo em tamanho natural).



FIGURA 3: Ramos férteis da planta hospedeira *Erythroxylum microphyllum*.

1.5. Relações tróficas

O presente trabalho envolveu relações entre os três níveis tróficos: planta hospedeira, herbívoro e inimigos naturais.

Segundo EHRlich e RAVEN (1967) apud PRICE (1975), a interface herbívoro – planta é a maior responsável por gerar a diversidade dos organismos terrestres. PRICE (1975) referiu-se a ação dos herbívoros que seleciona uma adaptação para a defesa da planta, ou ainda, um contra-ataque. Isto gera um ciclo de estratégias de ataque e defesa que é a essência do processo coevolutivo. Tais relações são tão refinadas que algumas plantas podem realizar o mimetismo hormonal, em que a planta produz hormônios que agem sobre o desenvolvimento dos insetos herbívoros. Há o mimetismo do hormônio juvenil que mantém o inseto em condição imatura ou do hormônio de muda que antecipa a ecdise precocemente. Com o desenvolvimento de mecanismos de defesa pelos herbívoros, contra os compostos químicos das plantas, o que antes era um obstáculo, transforma-se em aliado para a sobrevivência dos insetos, pois: os herbívoros ganham uma fonte de alimento que não é utilizada por outros herbívoros (competição excluída ou minimizada); o alimento é

facilmente reconhecido por seus compostos secundários voláteis; a impalatabilidade da planta é transferida ao herbívoro, protegendo-o da predação e parasitismo; e por último, as propriedades antibióticas dos compostos protegem os insetos contra os patógenos. Ao mesmo tempo em que as substâncias produzidas pelo metabolismo secundário da planta atuam como defesa contra os herbívoros, elas podem atuar como pistas usadas por aqueles para encontrá-la, com finalidade de oviposição ou herbivoria, uma vez que desenvolvem capacidade de tolerância ou detoxificação. MARQUIS (1991) aponta que neste processo adaptativo entre planta e insetos herbívoros, ainda que o número destes e a quantidade de danos que causam não estejam necessariamente relacionados, pode haver redução da capacidade reprodutiva das plantas atacadas. Assim, as plantas estão sujeitas a freqüentes pressões seletivas para reduzir o impacto produzido por herbívoros e compensar as perdas quando as defesas falham.

As propriedades das plantas são definidas pelo seu genótipo e podem influenciar a eficiência ecológica dos herbívoros, particularmente a partir de duas formas: nutricional e defensiva; assim contribuem para limitar o tamanho da população de herbívoros (WEIS e CAMPBELL, 1992). Estes devem ser capazes de selecionar plantas de maior qualidade nutricional, ou ainda, adaptar-se às defesas químicas por evitação, tolerância, seqüestro ou detoxificação metabólica (VINSON e BARBOSA, P., 1987 apud BARBOSA, P. e LETOURNEAU, 1988).

A resposta comportamental dos herbívoros à variação genética na qualidade da planta pode reduzir ou aumentar a densidade de recursos disponíveis para os níveis tróficos mais altos. Mas além desses efeitos da densidade, a freqüência de plantas de alta e baixa qualidade pode influenciar a habilidade dos parasitóides de descobrir hospedeiros. Já os efeitos ambientais sobre o fenótipo da planta podem influenciar tanto quanto, ou até mais que o genótipo. Mas a questão de se atribuir tanta importância ao genótipo é que ele é o único que pode evoluir. Ainda que a

influência da genética da planta sobre a comunidade de herbívoros seja pequena, os efeitos cumulativos e seletivos da herbivoria diferenciada sobre as características vegetais geneticamente variáveis podem mudar a planta hospedeira, de forma a alterar profundamente a ecologia do herbívoro. Sendo assim, herbívoros são agentes potenciais da seleção natural através de seus efeitos adversos sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução das plantas (WEIS e CAMPBELL, 1992).

Segundo estes mesmos autores, uma minoria de espécies de insetos herbívoros é desfoliadora e pode matar árvores. É claro que algumas espécies podem escapar à regulação imposta pela planta e alcançar números epidêmicos, se limitadas apenas pela capacidade de suporte da planta. Nessas condições, a presença dos inimigos naturais é muito importante para limitar o crescimento da população de herbívoros, caso contrário, estes assume proporções de praga.

O terceiro nível trófico (parasitóides e predadores) é visto como parte da bateria de defesas da planta contra os herbívoros. Isso relaciona-se às mudanças na qualidade da planta, que influenciam direta ou indiretamente a eficácia dos parasitóides e predadores. (OGUSHI, 1992).

Os herbívoros especialistas estão adaptados a utilizar plantas que são relativamente imprevisíveis no tempo e no espaço. Como resultado, estratégias de busca por especialistas sempre requerem mecanismos específicos de localização, que operem sobre longas distâncias. Já os herbívoros generalistas utilizam um grande número de espécies vegetais e sua fonte de alimento tende a ser previsível. Portanto, os mecanismos de busca para tais hospedeiros, provavelmente são menos específicos, colocando-os em contato com uma ampla variedade de espécies vegetais (LANCE, 1983). Os herbívoros generalistas são ditos polívoros e os especialistas são considerados monívoros ou oligívoros.

Apesar da fase larval ter pouca atuação na escolha da planta hospedeira, o que normalmente é feito pela fêmea antes da oviposição, as larvas são

providas de quimiorreceptores nas antenas (olfato e gustação), estilocônicas maxilares (primariamente gustativas, mas também olfativas para curtas distâncias) e dois receptores gustativos no labro (HANSON, 1983).

Os parasitóides também apresentam mecanismos de localização de seus hospedeiros, os quais podem ser fisiológicos ou comportamentais. Isso é necessário para o seu sucesso, já que muitas larvas de Lepidoptera exibem estratégias para evitar predadores ou parasitóides (BRUES, 1946). Os Geometridae, em particular, desenvolveram evolutivamente a estratégia da coloração críptica, aliada a forma do corpo e comportamento, o que faz suas larvas assemelharem-se em muitos casos a pequenos galhos, gravetos e estípulas. Defesas desse tipo são eficientes contra predadores que utilizam busca visual. As defesas químicas, em que o herbívoro utiliza compostos da planta, contra seus inimigos naturais são mais especializadas, e são direcionadas principalmente aos parasitóides, o que não restringe seu uso aos predadores, como aves insetívoras.

O sucesso na busca do hospedeiro por parasitóides está diretamente ligado à produção de descendentes, sendo provável que o comportamento de busca seja fortemente influenciado por seleção natural. Sob este aspecto, devem ser também considerados o risco de mortalidade e o custo de forrageamento (ALPHEN e VET, 1989).

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

2. Objetivos

- ☆ Levantamento dos Geometridae associados a *Erythroxyllum microphyllum* (Erythroxyllaceae), incluindo conhecimento da bionomia e morfologia de seus respectivos estágios imaturos.

- ☆ Estudo da ocorrência sazonal de larvas e fatores relacionados

- ☆ Estudo da frequência de parasitismo e eventuais relações de especificidade parasitóide/hospedeiro.

3. Material e Métodos

3.1. Local de estudo (Figuras 4 e 5)

O trabalho foi realizado no *campus* da UFSCar, município de São Carlos, SP, entre as coordenadas 21°58' e 22°00' de latitude sul e 47°51' e 47°52' de longitude oeste. Constitui-se numa área de mata ripária contígua a cerrado em recuperação. A área total do *campus* é de 643,08 ha, dos quais: 29,1% compreende área urbanizada, 222,77 ha (42,14%) destinam-se a cultivo de eucaliptos, 124,68 ha são ocupados por vegetação de cerrado e outros 93,84 ha, ocupados por eucaliptos com sub-bosque de cerrado. As coletas foram realizadas na borda da mata ripária que circunda o Córrego do Espraiado e pertence ao Parque Ecológico Municipal Antônio Teixeira Vianna. A área de cerrado que envolve a área do Parque constitui-se na Reserva Legal do *campus* da UFSCar. A altitude no local de coleta varia entre 830 – 875 m (SANTOS et al., 1998).

O solo na área coletada é do tipo latossolo vermelho amarelo álico, que tem como características principais a textura arenosa e grande profundidade (LORANDI et al. 1987), como ocorre tipicamente em solos de cerrado.

A amostragem foi realizada ao longo de estrada de terra que circunda a área do parque municipal, na porção dos dois braços que formam o córrego do Espraiado por cerca de 3000 metros. As coletas foram realizadas a cada quinze dias entre junho de 1999 e junho de 2000.

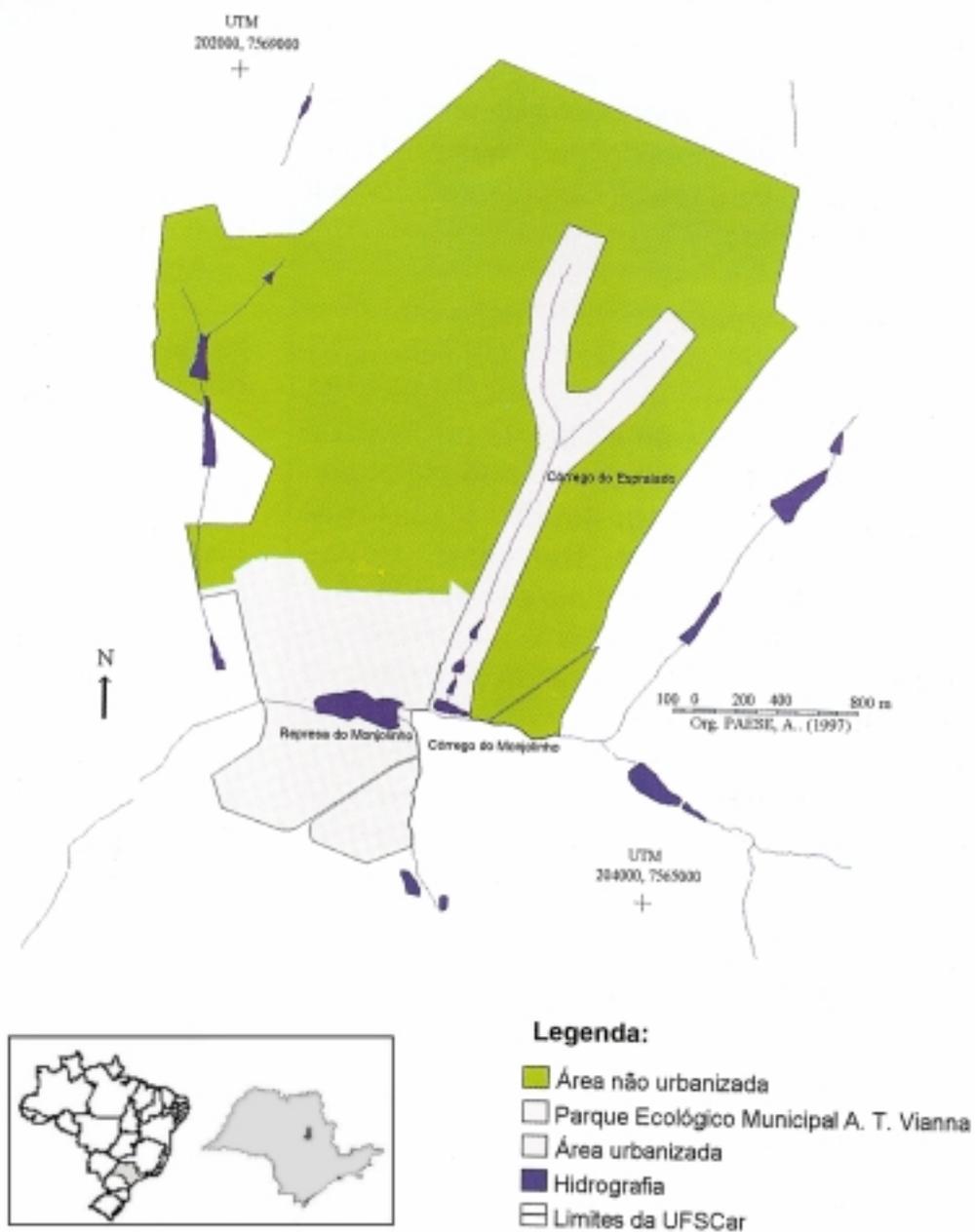


FIGURA 4: Local de estudo: campus da UFSCar (segundo SANTOS et al., 1999).



FIGURA 5: Borda do caminho onde foram realizadas as coletas.

3.2. Métodos

Em campo, as plantas hospedeiras foram sacudidas sobre um guarda-chuva entomológico, com o auxílio de um bastão de madeira (Figura 6). As larvas coletadas no tecido branco do guarda-chuva foram removidas com o auxílio de pincel e pinça e transferidas para um recipiente plástico, junto com ramos da planta hospedeira.

Em laboratório, as larvas foram colocadas individualmente em recipientes plásticos translúcidos medindo 10 cm de diâmetro por 5 cm de altura. Foram numeradas e mantidas sobre a planta hospedeira até a pupação; a pupa permaneceu no recipiente sobre um fundo de papel umedecido. Ramos da planta utilizada para esse fim foram mantidos em geladeira, dentro de sacos plásticos fechados para não desidratarem, o que permitiu sua conservação por cerca de oito dias, em boas condições de uso.

Os Lepidoptera foram identificados pelo orientador Dr Manoel Martins Dias Filho; os Hymenoptera, pela Dra Angélica Maria Penteado Martins Dias, ambos do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da UFSCar; os Diptera, pelo Dr. José Henrique Guimarães, do Museu de Zoologia da USP. A planta-hospedeira foi identificada pelo Dr Waldir Mantovani, do Instituto de Biociências da USP. Os dados climatológicos foram obtidos através da estação meteorológica da EMBRAPA.

Para o estudo do ciclo de vida de *Cyclomia mopsaria* Guenée, 1858 (espécie predominante sobre a planta hospedeira estudada), foram obtidas larvas em campo e mantidas em laboratório até o completo desenvolvimento. Após a emergência, adultos de ambos os sexos foram colocados, juntamente com a planta hospedeira, em recipientes plásticos (20 cm de altura por 10 cm de diâmetro) onde realizaram cópula e postura. Para a determinação do número de ínstares, 20 larvas foram mantidas isoladamente, tendo as ecdises observadas e as cápsulas cefálicas preservadas. O estudo da morfologia larval foi baseado em BOURGOGNE (1951), PETERSON (1962) e STEHR (1987); a morfologia pupal, em MOSHER (1916).

Os adultos de Geometridae obtidos foram mantidos envelopados ou preparados em alfinetes, segundo as técnicas usuais. Os Hymenoptera parasitóides foram mantidos em meio líquido (solução de Dietrich por 48 horas e após, álcool 70% em definitivo), ou preparados em alfinetes. Os Diptera parasitóides foram preparados em alfinetes, acompanhados do respectivo pupário. Nos casos de parasitismo (por

Hymenoptera ou Diptera), os despojos da larva hospedeira são preservados em meio líquido ou seco, para permitir comparações posteriores.



FIGURA 6: Método de coleta com guarda-chuva entomológico.

4. Resultados

Durante o período de junho de 1999 a junho de 2000, foram coletadas 1727 larvas; destas, 1560 foram identificadas em nível genérico ou específico. Foram encontradas 22 espécies de Geometridae, distribuídas em 14 gêneros (Quadro 1). Ocorreram 215 casos de parasitismo associados a estas larvas, sendo que a maioria dos parasitóides pertence aos Hymenoptera (11 gêneros) e apenas em dois casos aos Diptera Tachinidae. GUIMARÃES (1977) referiu-se a *Glena bisulca* Rindge, 1967 parasitada por *Siphoniomyia melaena* Bigot, 1885 (Diptera, Tachinidae).

QUADRO 1: Espécies de Geometridae registradas em *Erythroxyllum microphyllum*.

| Subfamília | Espécie |
|---|---|
| Ennominae | <i>Cyclomia mopsaria</i> Guenée, 1858 |
| | <i>Glena bippenaria</i> (Guenée, 1858) |
| | <i>Glena brachia</i> Rindge, 1967 |
| | <i>Glena demissaria</i> (Walker, 1860) |
| | <i>Glena unipennaria</i> (Guenée, 1858) |
| | <i>Herbita renipuncta</i> (Warren, 1895) |
| | <i>Hymenomima amberia</i> (Schaus, 1901) |
| | <i>Iridopsis fulvitincta</i> (Warren, 1897) |
| | <i>Iridopsis nigraria</i> (Jones, 1921) |
| | <i>Ischnopteris</i> sp. |
| | <i>Isochromodes</i> sp. |
| | <i>Macaria regulata</i> (Fabricius, 1775) |
| | <i>Melanolophia</i> sp. |
| | <i>Nematocampa</i> sp. |
| | <i>Physocleora cariaría</i> (Schaus, 1897) |
| | <i>Physocleora junctilinea</i> (Warren, 1901) |
| | <i>Physocleora</i> sp. |
| <i>Prochoerodes onustaria</i> (Huebner, 1832) | |
| <i>Prochoerodes</i> sp. | |
| <i>Thyrinteina arnobia</i> (Stoll, 1782) | |
| Sterrhinae | <i>Semaeopus lunifera</i> (Warren, 1897) |
| | <i>Semaeopus vizaria</i> (Schaus, 1901) |

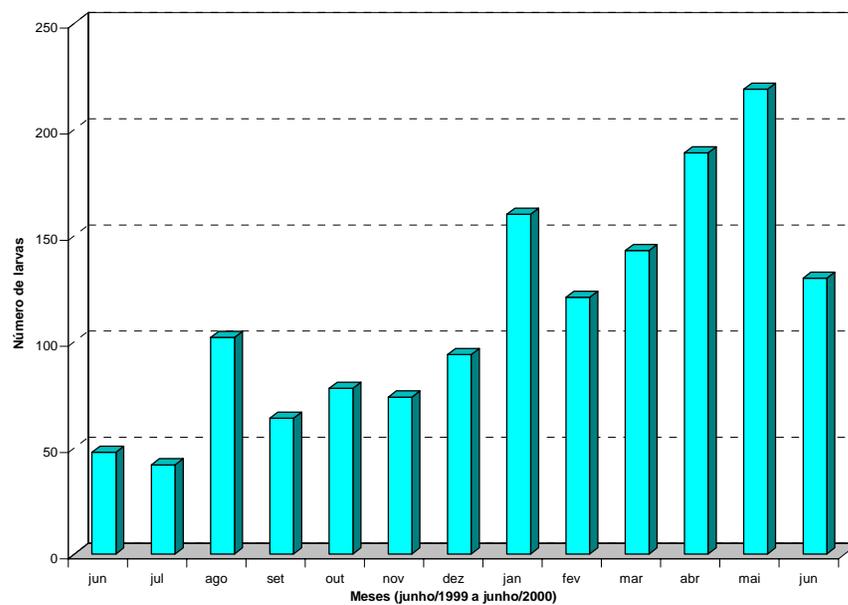


FIGURA 7: Ocorrência anual das larvas de Geometridae em *Erythroxylum microphyllum*.

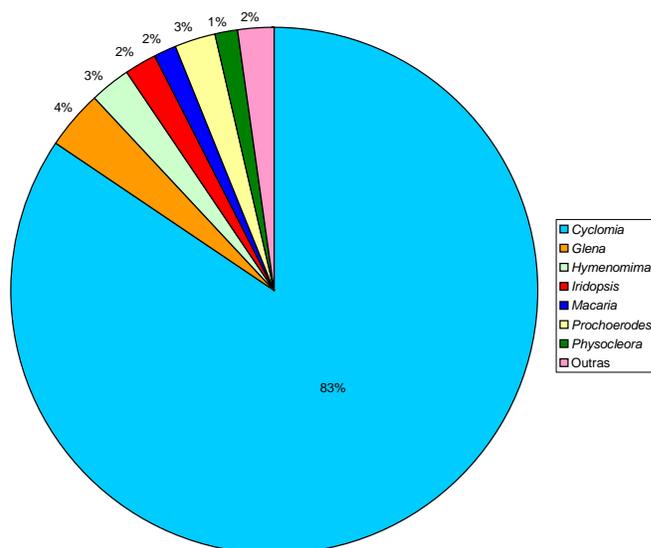


FIGURA 8: Proporção entre os gêneros de Geometridae registrados em *Erythroxylum microphyllum*.

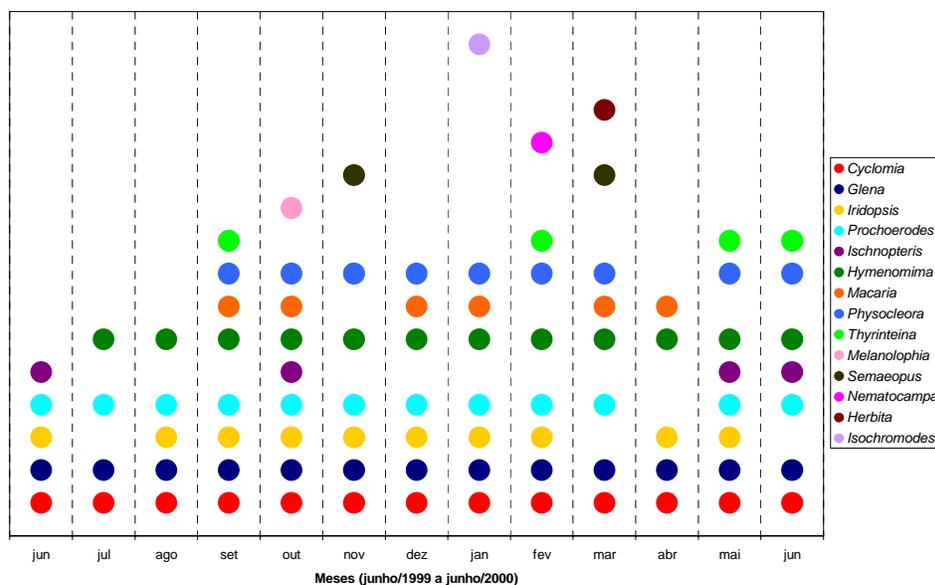


FIGURA 9: Distribuição sazonal dos Geometridae registrados em *Erythroxylum microphyllum*.

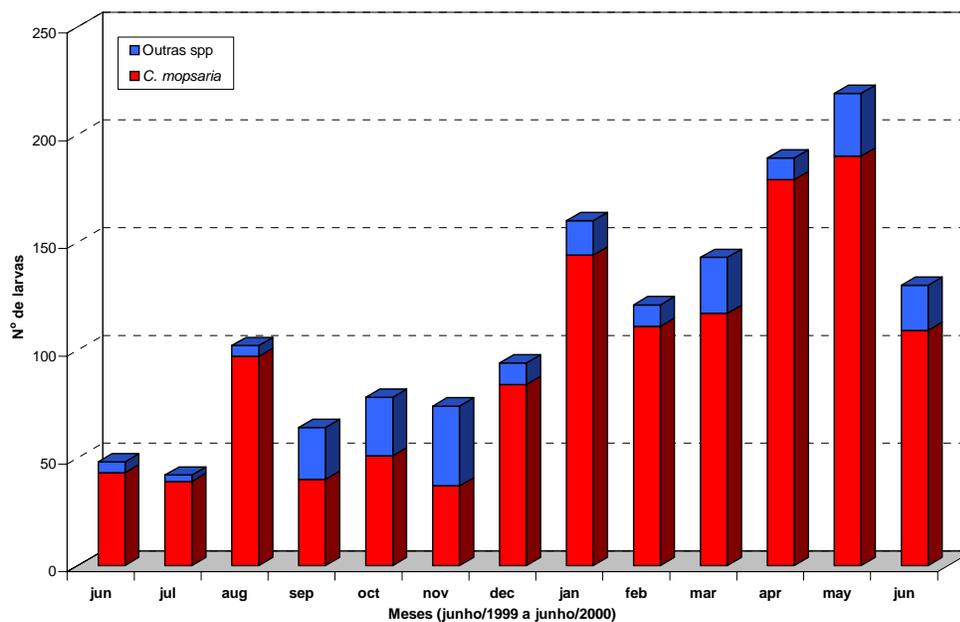


FIGURA 10: Ocorrência de *Cyclomia mopsaria* em relação às outras espécies de Geometridae.

QUADRO 2: Parasitóides de Geometridae e seus respectivos hospedeiros registrados em *Erythroxyllum microphyllum*.

| Hospedeiro | Família do parasitóide | Parasitóides |
|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| <i>Cyclomia mopsaria</i> | Ichneumonidae | <i>Charops sp.</i> |
| | Ichneumonidae | <i>Hyposoter sp.</i> |
| | Ichneumonidae | <i>Mesochorus sp.</i> |
| | Ichneumonidae | <i>Microcharops peronata</i> |
| | Braconidae | <i>Aleiodes sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Distatrix sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Meteorus sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Protapanteles sp.</i> |
| | Eulophidae | <i>Euplectrus sp.</i> |
| | Tachinidae | <i>Winthemia sp.</i> |
| Tachinidae | Blondeliini | |
| <i>Glena sp</i> | Ichneumonidae | <i>Metopius sp.</i> |
| | Ichneumonidae | <i>Charops sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Protapanteles sp.</i> |
| <i>Hymenomima amberia</i> | Braconidae | <i>Protapanteles sp.</i> |
| <i>Macaria regulata</i> | Ichneumonidae | <i>Microcharops peronata</i> |
| | Braconidae | <i>Protapanteles sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Rasivalva sp.</i> |
| <i>Iridopsis fulvitincta</i> | Ichneumonidae | <i>Charops sp.</i> |
| | Ichneumonidae | <i>Hyposoter sp.</i> |
| <i>Physocleora sp</i> | Braconidae | <i>Aleiodes sp.</i> |
| | Braconidae | <i>Protapanteles sp.</i> |
| <i>Prochoerodes sp</i> | Ichneumonidae | <i>Microcharops peronata</i> |

Dos parasitóides registrados, todos têm hábito endobionte, exceto *Euplectrus sp.*, um ectoparasitóide. Todos ocorreram solitários, exceto *Euplectrus sp.* (3 a 12 indivíduos). Entre os parasitóides registrados, a maioria emergiu da larva e empupou fora dela, exceto *Aleiodes sp.* que empupa dentro da pele da larva morta, mumificando-a (Figura 12 A e 12 B). *Metopius sp.* emergiu da pupa do hospedeiro, já na forma adulta (Figura 12 D).

Microcharops peronata tece um casulo sob a larva morta, aderido diretamente à folha ou galho (Figura 11 A). Este parasitóide já foi citado como parasitóide de *Heraclides anchisiades* (Esper, 1788) (= *Papilio anchisiades*). *Charops* sp. já foi citado para alguns Geometridae, mas em nenhum daqueles observados neste trabalho, além de nunca ter sido registrado no Brasil; o mesmo ocorre com *Hyposoter*. Espécies de *Cyclomia* e *Iridipsis* nunca foram citadas como hospedeiros deste parasitóide. *Metopius* sp. foi registrado parasitando alguns geometrídeos, mas é o primeiro registro para *Glena* sp. Até o momento, *Euplectrus* sp. é citado apenas como parasitóide de Lepidoptera. O gênero *Protapanteles* foi citado para muitos lepidópteros, inclusive geometrídeos, mas nenhum deles entre os encontrados neste trabalho, tendo sido mencionado para *Macaria granitata* Guenée [1858] (= *Semiothisa granitata*) e *Macaria sexmaculata* Packard, 1867 (= *Semiothisa sexmaculata*) em SHENEFELT (1969). *Meteorus* sp., ao empupar, tece um casulo suspenso por um fio apical (Figura 11 C), diferente de *Charops* sp., cujo fio que suspende o casulo prende-se na área mediana deste (Figura 11 B).

Dentre os casos de parasitismo registrados (Quadro 2), um se destacou e foi documentado por ilustração. Trata-se de multiparasitismo por *Microcharops peronata*, Ichneumonidae (endoparasitóide) e *Euplectrus* sp., Eulophidae (ectoparasitóide) (Figura 12 C). As larvas deste último não chegaram a empupar e o Ichneumonidae não emergiu do casulo pupal.



FIGURA 11: Casulos pupais dos parasitóides: A. *Microcharops peronata*; B. *Charops* sp. (Ichneumonidae); C. *Meteorus* sp. (Braconidae)

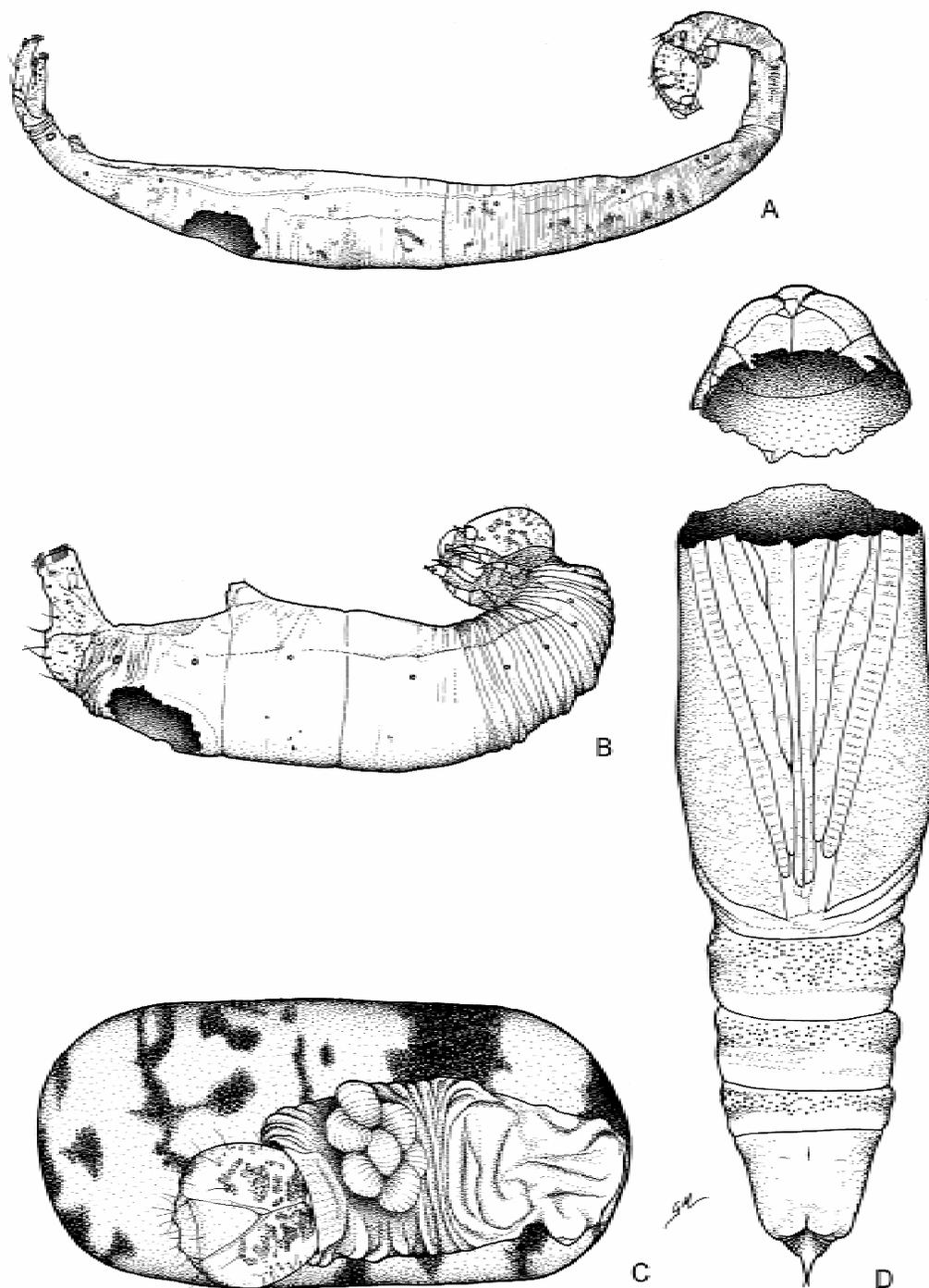


FIGURA 12: A e B, *Cyclomia mopsaria* parasitada por *Aleiodes sp.*(casulo com abertura de emergência); C, Multiparasitismo: *Euplectrus sp.* (ectoparasitóide) sobre os restos de tegumento da larva também parasitada por Ichneumonidae (casulo); D, pupa de *Glena sp.* parasitada por *Metopius sp* após a emergência do parasitóide.

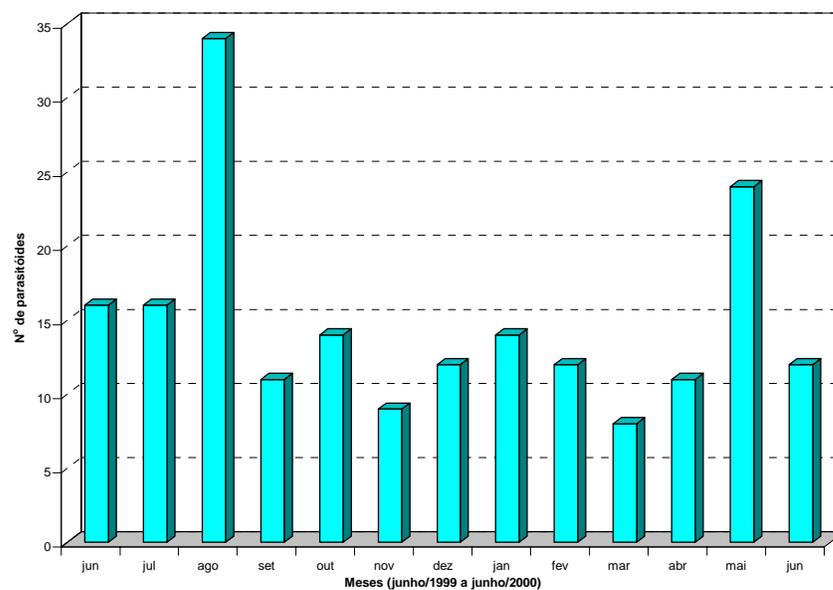


FIGURA 13: Ocorrência anual e abundância de parasitoides sobre larvas dos Geometridae obtidos.

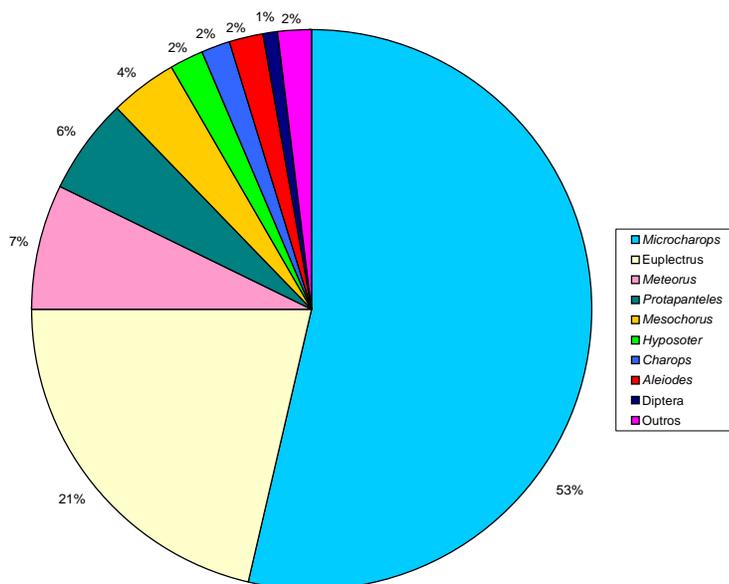


FIGURA 14: Proporção entre os parasitoides dos Geometridae registrados em *Erythroxylum microphyllum*.

Os dados da ocorrência anual de larvas e taxa de parasitismo foram relacionados aos fatores climáticos: temperatura, umidade relativa e precipitação. A taxa de parasitismo total foi 13,18 %; Sendo que a taxa de parasitismo para *C. mopsaria* foi 13,94 % e para o restante dos Geometridae foi 8,96 %.

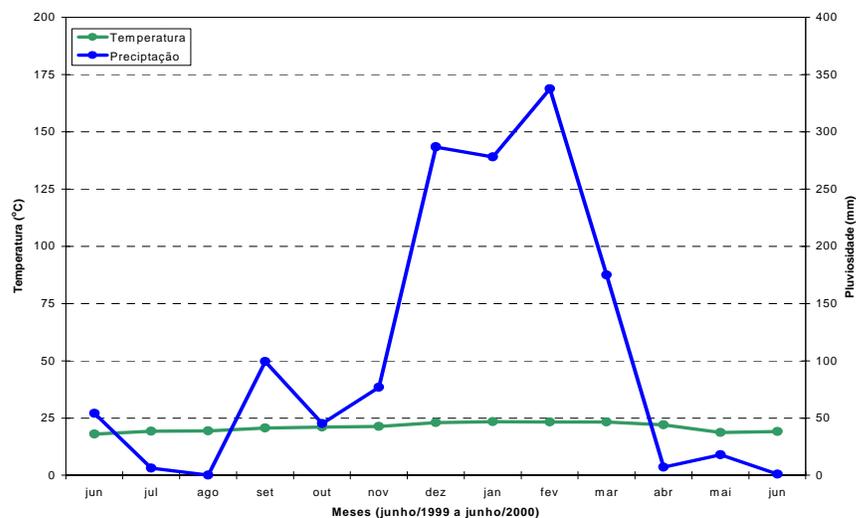


FIGURA 15: Precipitação relacionada à temperatura indicando os períodos secos (precipitação abaixo da curva da temperatura). GAUSSEN e BAGNOULS (apud IBGE, 1977).

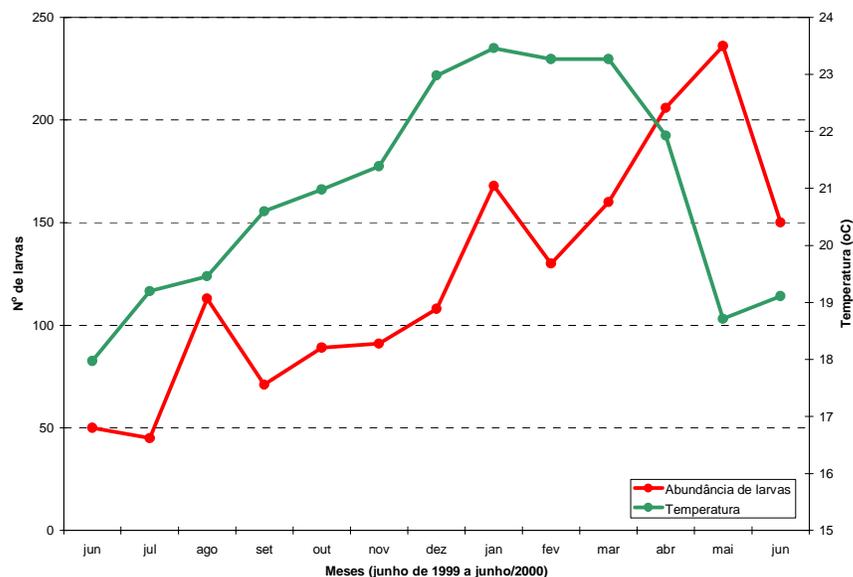


FIGURA 16: Ocorrência das larvas de Geometridae em relação à temperatura média.

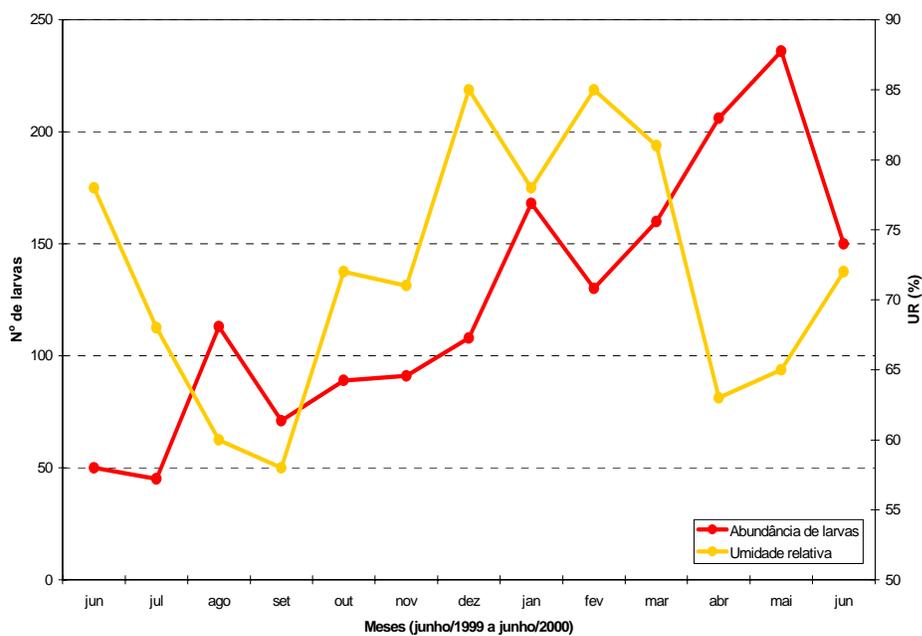


FIGURA 17: Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à umidade relativa.

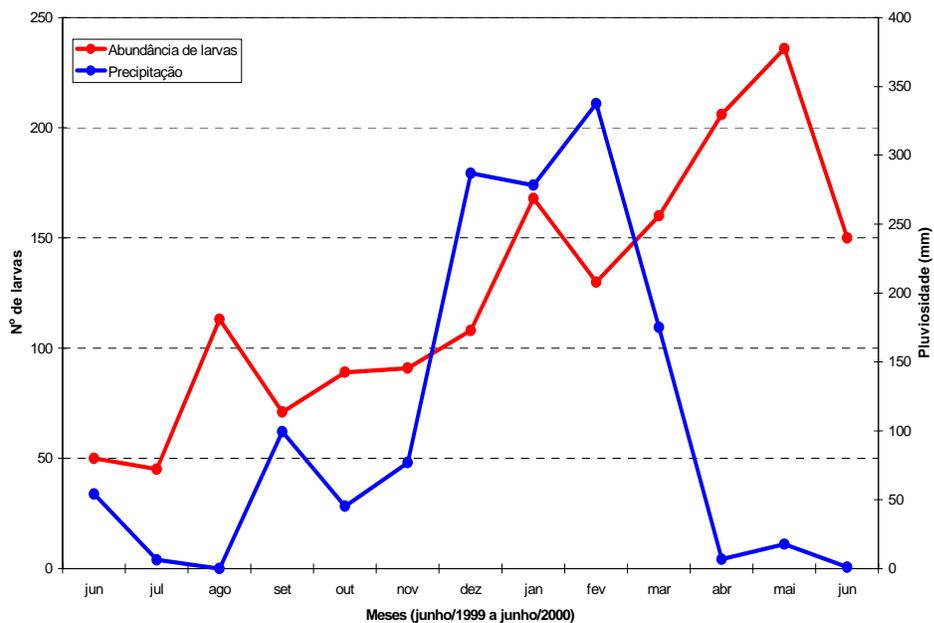


FIGURA 18: Ocorrência de larvas de Geometridae em relação à precipitação.

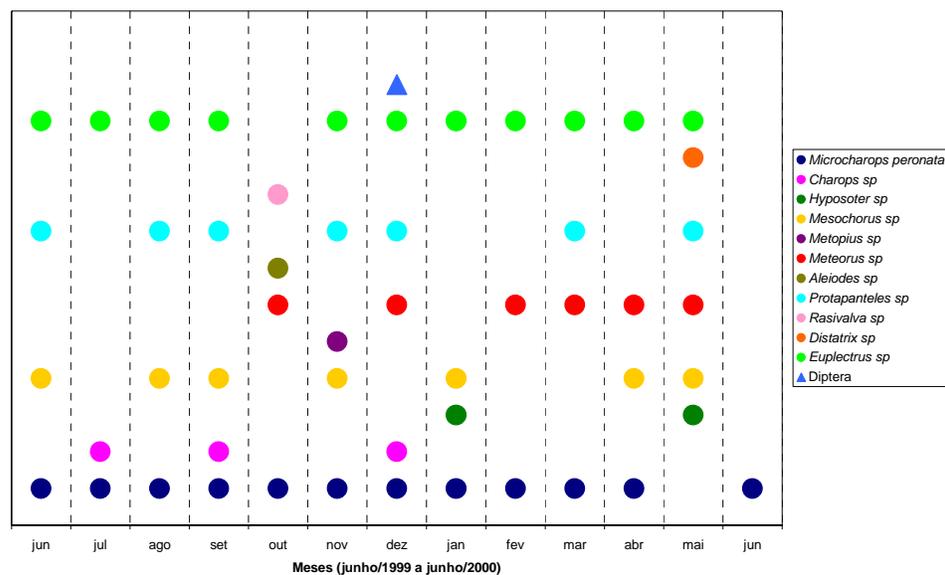


FIGURA 19: Distribuição sazonal dos parasitoides dos Geometridae associados a *Erythroxyllum microphyllum*.

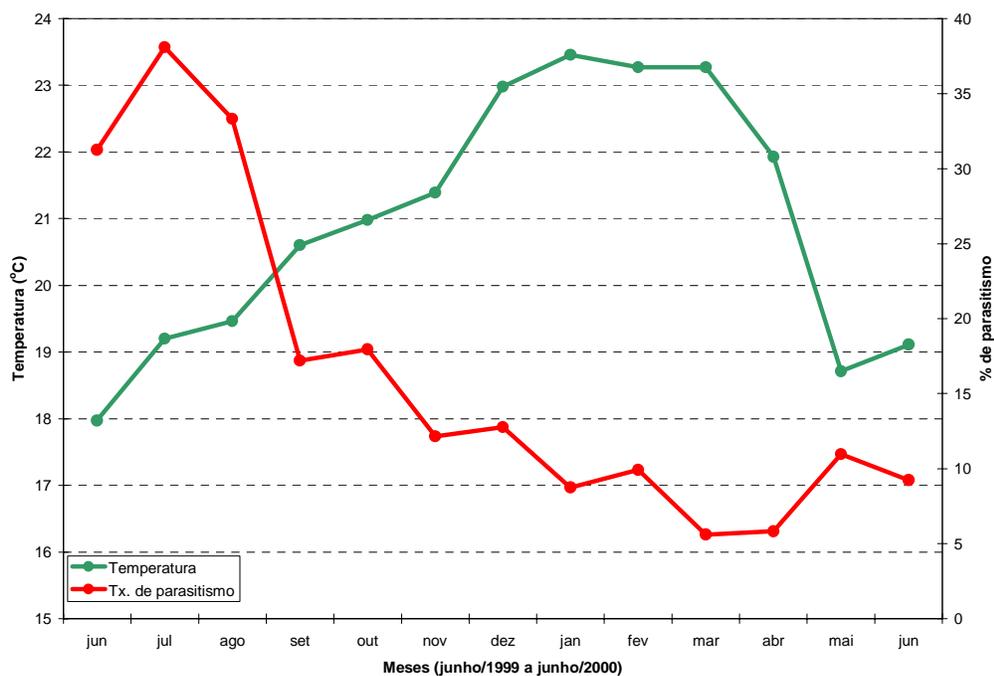


FIGURA 20: Taxa de parasitismo de larvas de Geometridae relacionada à temperatura média.

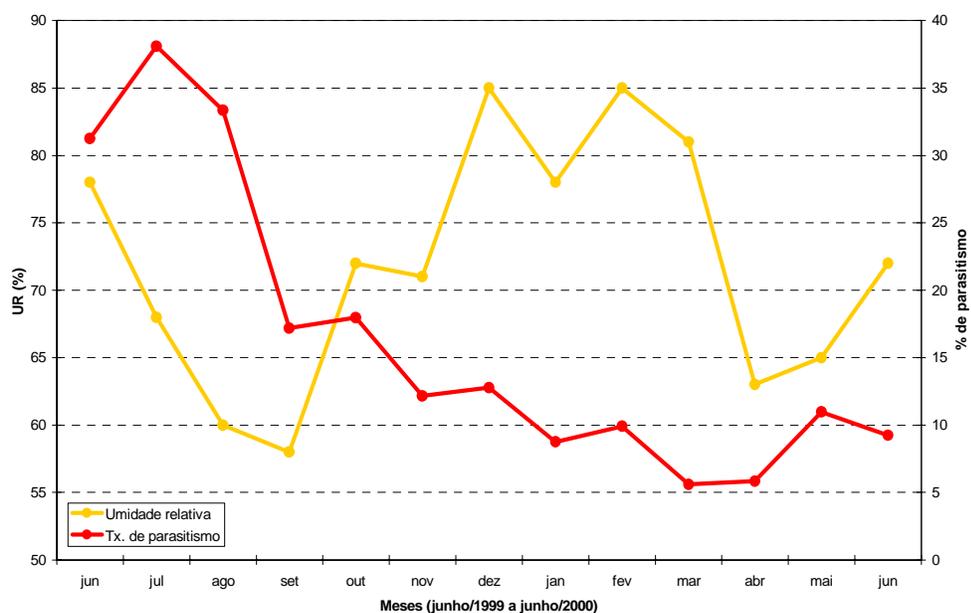


FIGURA 21: Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à umidade relativa.

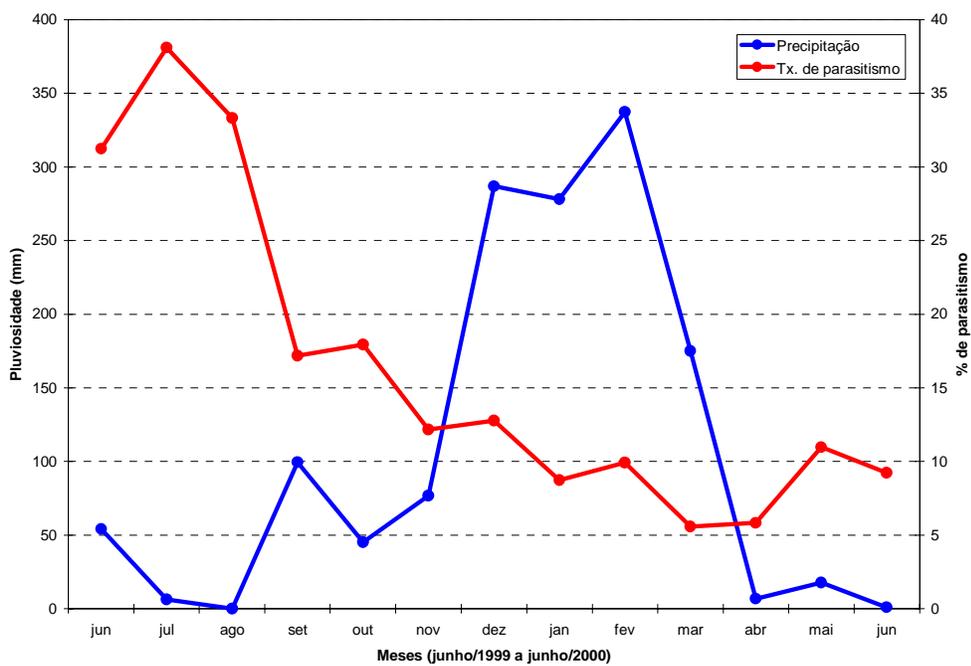


FIGURA 22: Taxa de parasitismo de larvas dos Geometridae relacionada à precipitação.

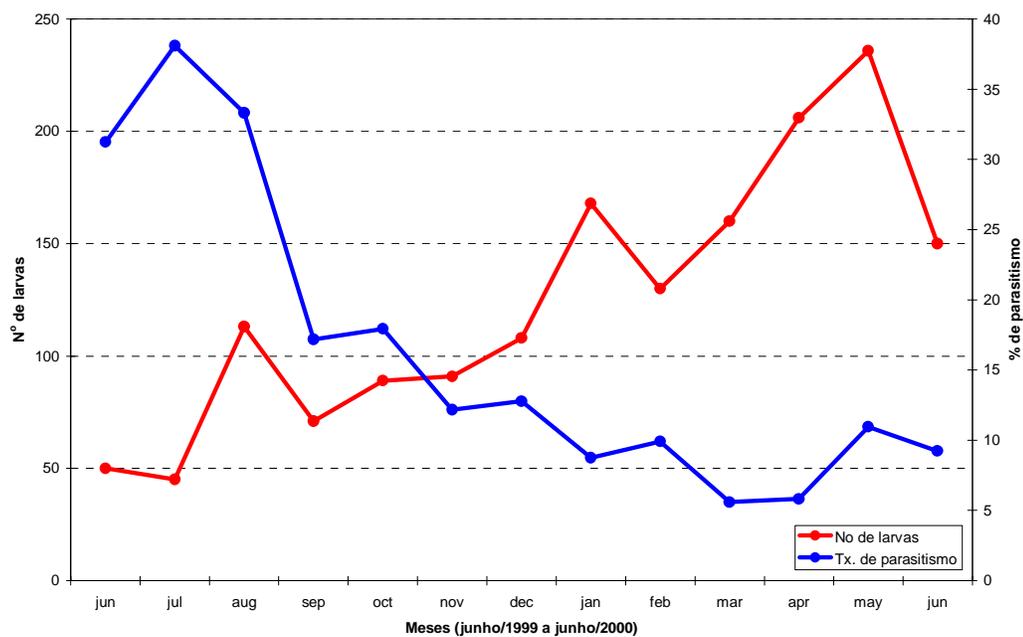


FIGURA 23: Ocorrência de larvas de Geometridae relacionada à taxa de parasitismo.

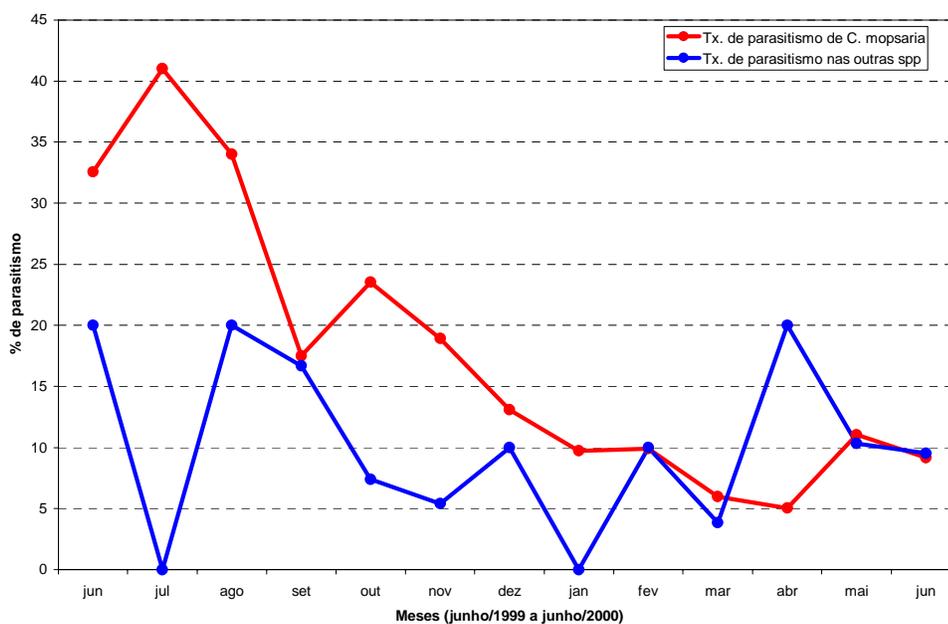


FIGURA 24: Taxa de parasitismo de *C. mopsaria* em relação à taxa de parasitismo nas outras espécies.

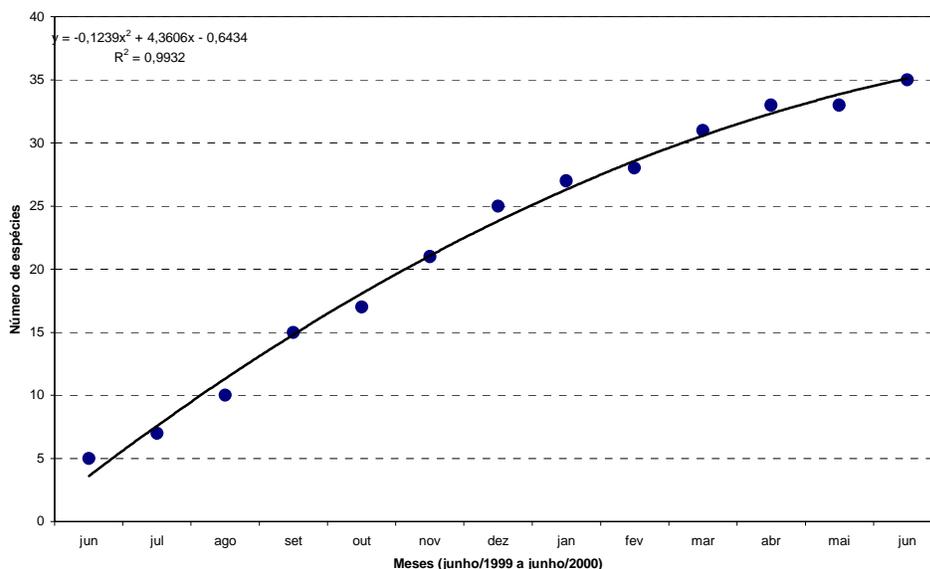


FIGURA 25: Curva de saturação de espécies de Geometridae em *Erythroxylum microphyllum* durante o período de estudo.

QUADRO 3: Fenologia da planta hospedeira observada durante o período de estudo (junho/1999 a junho/2000).

| Mês | Evento Fenológico |
|-----------|--|
| Junho | Folhas senescentes |
| Julho | Senescência e perda de folhas |
| Agosto | Ausência de folhas e início da brotação |
| Setembro | Brotação e floração |
| Outubro | Brotação e floração |
| Novembro | Frutos verdes em início de desenvolvimento |
| Dezembro | Frutos ainda verdes, mas bem desenvolvidos |
| Janeiro | Maturação dos frutos |
| Fevereiro | Queda dos frutos |
| Março | Planta com folhas |
| Abril | Planta com folhas |
| Maio | Planta com folhas |
| Junho | Planta com folhas |

4.1. Estágios imaturos e bionomia de *Cyclomia mopsaria*

Cyclomia mopsaria (Figura 27) foi a espécie predominante sobre *Erythroxyllum microphyllum* no período de estudo, e suas larvas representam 83% do total de larvas de Geometridae obtidas. A abundância de material desta espécie permitiu um estudo detalhado de seus estágios imaturos.

Os estágios imaturos de *Cyclomia mopsaria* foram estudados com base em material procedente de São Carlos (Campus da Universidade Federal), São Paulo. Larvas foram obtidas em *Erythroxyllum microphyllum* St.-Hillaire (Erythroxyllaceae), em área de cerrado, contígua a pequena mata ciliar.

O gênero *Cyclomia* Guenée, 1858 compreende espécies neotropicais (PITKIN 2002), sobre as quais quase nada é conhecido referente aos estágios imaturos. BECKER & MILLER (2002) referiram-se à variabilidade dos adultos de *C. mopsaria* na ilha de Guana (Ilhas Virgens, Antilhas); também constatamos variação no material estudado, envolvendo linhas e máculas das asas (Figura 26).

DINIZ e MORAIS (1995, 1997), MILHOMEN et al. (1997) e DINIZ, MORAIS e CAMARGO (2001) citaram larvas de *C. mopsaria* sobre *Erythroxyllum deciduum* St.-Hillaire e *Erythroxyllum tortuosum* Martius, plantas de cerrado, no Brasil central. MORAIS, DINIZ & SILVA (1999) mencionaram para essa mesma região, larvas de *C. mopsaria* com ocorrência de janeiro a agosto, novembro e dezembro; o período pupal foi de 11,1 dias em média, em qualquer época do ano. MILHOMEN et al. (1997) referiram-se a larvas de lepidópteros exclusivas de *Erythroxyllum spp.* das quais *C. mopsaria* representou 7 %. DINIZ & MORAIS (1995) referiram-se também a *Cyclomia ocana* Schaus, 1901 sobre *E. deciduum* e *E. tortuosum*. BRUNNER et al. (1975) apud BECKER e MILLER (2002) referiram-se a *Erythroxyllum havanense* Jacq. como planta hospedeira de *Cyclomia sp.* em Cuba.

4.1.1. Morfologia

4.1.1.1. Estágios imaturos

4.1.1.1.1. Ovo

Comprimento, 0,54 - 0,58 mm; largura, 0,32 - 0,36 mm; espessura, 0,28 - 0,30 mm. Oblongo, com extremidade micropilar achatada e um pouco mais larga que a extremidade oposta. Amarelo-esverdeado claro, quando posto; após o segundo dia torna-se amarelo, com manchas vermelhas em posição e forma variáveis; na maioria surge inicialmente uma mancha vermelha na extremidade micropilar.

4.1.1.1.2. Larva

Primeiro ínstar. Comprimento, 4,1 mm; largura da cápsula cefálica, 0,22 – 0,24 mm. Cápsula cefálica verde-clara; faixa central castanha desde o clipeo até o vértice; lateralmente, outra faixa castanha envolve os estemas e a parte inferior dos epicrânios, junto à base das antenas; labro e mandíbulas também castanhos. Tegumento verde-claro, com faixa castanho-escuro dorsal longitudinal; é contínua com a faixa cefálica central e termina no escudo supra-anal; de cada lado, outra faixa castanha semelhante, contínua com a faixa cefálica lateral, vai até a base das pernas anais. Escudos verde-claros: cervical com faixa central castanho-escuro acinzentada; supra-anal com faixa castanho-escuro central; para-anais com faixa cinzenta na margem anterior. Espiráculos verde-claros, com peritrema castanho, localizados na borda dorsal da faixa castanha lateral. Pernas torácicas verde-claras.

Segundo ínstar. Comprimento, 6,9 mm; largura da cápsula cefálica, 0,33-0,36 mm. Cápsula cefálica verde-clara com manchas irregulares levemente acastanhadas, dispersas e pouco nítidas; faixa central castanha, do clipeo ao vértice;

essa faixa pode ser mais estreita e mais escura acima da fronte, se comparada àquela de larvas de primeiro ínstar; faixa lateral que envolve os estemas e parte inferior dos epicrânios, castanho-escuro; fronte verde, com mancha castanha na parte superior, ou castanha com ângulos inferiores verdes. Tegumento verde-claro, levemente esbranquiçado, amarelado nas pernas abdominais; faixas castanhas, dorsal e laterais, semelhantes àsquelas da larva de primeiro ínstar. Escudos verde-claros: cervical esbranquiçado, com faixa central castanha; supra-anal esbranquiçado, com faixa central castanha, difusa posteriormente; para-anais acinzentados. Espiráculos verde-claros, com peritrema castanho, localizados na faixa castanha lateral, como nas larvas de primeiro ínstar; em A8, acima da faixa. Pernas torácicas verde-amareladas.

Terceiro ínstar. Comprimento, 8,9 mm; largura da cápsula cefálica, 0,50-0,58 mm. Cápsula cefálica com faixa central castanho-escuro, ocupando mais da metade de cada epicrânio (Figuras 28 B) ou mais estreita (Figura 28 A); bordas externas dessa faixa bastante irregulares, junto a áreas esbranquiçadas e manchas amareladas, levemente acastanhadas; faixa lateral castanho-escuro envolve estemas e chega ao labro e mandíbulas, da mesma cor; fronte castanha, com ângulos inferiores verdes, ou verde com área central castanha. Tegumento verde-claro esbranquiçado; no ventre destaca-se linha branca longitudinal (apenas esboçada no segundo ínstar); faixa castanha lateral mais escura no tórax e terminando na extremidade posterior das pernas anais. Escudos: cervical verde-claro esbranquiçado, com faixa castanho-escuro central; escudo lateral das pernas A6, verde-claro, com faixa estreita cinzento-clara na margem inferior, mais larga posteriormente; supra-anal verde-claro acinzentado, com faixa castanho-escuro, central; para-anais verde-claros, levemente acinzentados. Espiráculos amarelado-claros, com peritrema castanho, dispostos em relação à faixa castanha lateral conforme descrito para o segundo ínstar. Pernas torácicas verde esbranquiçadas

Quarto ínstar (Figura 36). Comprimento, 12,8 mm; largura da cápsula cefálica, 0,81-0,9 mm. Cápsula cefálica com faixas central e laterais castanho-escuras (Figura 29); faixa central pode ser larga, confluyente com faixa lateral; entre ambas há áreas brancas e amareladas, de extensão variável; no vértice pode haver manchas castanho-avermelhadas, irregulares; faixa lateral castanha envolve os estemas e a parte inferior dos epicrânios; essa faixa pode ser reduzida, bem como a faixa central, esta última formando mancha no vértice. Fronte amarelada, com manchas esbranquiçadas laterais e mancha castanha na parte superior; área castanha pode ser mais ampla (Figura 28 C e 28 D). Clípeo e labro castanho amarelados; mandíbulas idem, com dentes castanho-escuros. Tegumento verde. Faixa castanha dorsal evidente no tórax e na extremidade do abdome; no tórax tem manchas castanho-escuras, pretas e amareladas; da metade posterior de A5 para trás, é avermelhada, com manchas amareladas; parte restante dessa faixa pouco evidente, oliváceo-acastanhada. Borda inferior da faixa dorsal e borda superior da faixa lateral (citadas nas larvas de ínstars anteriores), marcadas por linha branca irregular, mais aparente nas extremidades anterior e posterior da larva. Linha branca inferior mais nítida; logo acima de cada espiráculo, expandida em mancha branca irregular. Faixa castanha lateral evidente no tórax e na extremidade do abdome (A8 para trás); parte restante da faixa pouco evidente e amarelada, interrompida entre os espiráculos pela cor verde do tegumento; no tórax há manchas castanho-amareladas ou avermelhadas; na extremidade do abdome, idem, com manchas castanho-amareladas amplas ao redor dos espiráculos; algumas larvas têm faixa lateral castanho-escura evidente ao longo de todo o corpo, alargada no abdome antes dos espiráculos, estes rodeados por mancha amarela (Figura 36). Tegumento ventral verde-esbranquiçado, com fileira mediana de manchas branco-amareladas irregulares. Escudos: cervical castanho na área central e branco nas laterais; supra-anal castanho-avermelhado na faixa central, com manchas amareladas e áreas laterais brancas; para-anais esbranquiçados, com

manchas castanhas. Pernas A6 amarelado-claras, esverdeadas; escudo amarelado, com manchas avermelhadas, irregulares. Espiráculos castanho-amarelados, com peritrema castanho-escuro. Pernas torácicas amareladas, com manchas esbranquiçadas na coxa e fêmur; algumas larvas têm perna metatorácica com mácula castanho-escuro na face posterior do fêmur, ou este castanho-escuro e segmentos apicais castanho-claro amarelados.

Quinto ínstar (Figura 30, 32, 33 e 34). Comprimento, 25,2 mm; largura da cápsula cefálica, 1,28-1,5 mm. Cápsula cefálica castanho-claro, com manchas esbranquiçadas; área castanho-escuro na parte anterior e vértice, com pontos pretos reunidos em máculas; essa área tem contornos irregulares, amplitude variável (Figuras 28 E e 28 F) e forma geralmente uma faixa transversal, ao nível da parte superior da fronte; área lateral dos epicrânios com pontos castanhos ou pretos, agrupados em manchas alongadas; esternas envolvidos por mancha castanho-escuro. Fronte castanho-claro, com área castanho-escuro na parte superior, mais ou menos ampla; parte inferior pode ser acinzentada. Adfrontes castanho-claras, geralmente com manchas castanho-escuro. Clípeo castanho-claro; labro e mandíbulas castanho-escuros, avermelhados. Antenas castanho-escuro a pretas. Tegumento castanho-acinzentado, tomado de forma variável por áreas verdes; em algumas larvas predomina a coloração verde (Figura 35 A e 35 B) ou castanho-escuro avermelhado, com faixa espiracular verde, intermitente; variações de coloração das larvas de quinto ínstar estão nas Figuras 35 A a 35 H; na Figura 35 G, larva castanho-olivácea com manchas amarelado-claras, semelhantes às lenticelas dos ramos da planta hospedeira. Faixas longitudinais do corpo, descritas nas larvas de ínstars anteriores, pouco distintas da coloração do tegumento; faixa dorsal amarelada, com manchas castanho-acinzentadas longitudinais; é limitada lateralmente por duas linhas brancas, descontínuas, pouco definidas; faixa látero-dorsal (supra-espiracular) esbranquiçada ou acinzentada, com manchas castanhas, irregulares. No abdome, de A1 a A8, ao

redor dos espiráculos, área amarelada ou alaranjada, com pequena mancha preta anterior; em posição inferior e posterior ao espiráculo, mancha preta alongada. Em larvas com predominância de coloração verde há geralmente linha branca espiracular, evidente, dilatada em manchas mais ou menos triangulares, anteriores aos espiráculos. Tegumento ventral com a mesma coloração da área dorsal, porém, mais claro e com fileira mediana de manchas amareladas irregulares; de A1 a A5 uma das manchas é maior e aproximadamente central ao segmento. Escudos: cervical com faixa central castanho-acinzentada, ladeada de preto e área lateral branca, com margem externa preta; nas pernas A6, escudos esbranquiçados, com manchas róseas; supra-anal esbranquiçado, com faixa dorsal e mancha lateral arroxeadoclara; para-anais arroxeadoclaros com área esbranquiçada central e margem anterior castanho-escuro. Espiráculos castanho-amarelados, com peritrema castanho-escuro. Pernas torácicas amareladas; coxa e fêmur podem ser acinzentados; perna metatorácica castanho-escuro externamente (Figura 30).

4.1.1.1.3. Pupa (Figura 34)

Comprimento, 7,7-8,4 mm. Inicialmente esverdeada, torna-se gradativamente castanha; após 12 horas, castanho-clara ou castanho-escuro, sendo esta última coloração mais comum; olhos anegrados antes da emergência do adulto. Tegumento liso, com pontuação densa ou moderadamente densa nos segmentos A1 a A7, ausente na borda posterior. Vértice arredondado. Dorsalmente a A9, faixa transversal deprimida, com seis projeções dentiformes, na borda posterior. Espiráculo torácico sob projeção em forma de aba, da borda anterior do mesotórax. Cremáster rugoso e pontuado, com dois ganchos apicais bem desenvolvidos, inicialmente paralelos e depois curvados para os lados; lateralmente, dois pares de ganchos mais delgados, com as extremidades curvadas e mais espessadas que a base.

4.1.2. Bionomia

Os ovos são postos geralmente em fileira, ao longo da borda foliar; podem também ser postos individualmente ou em grupos de 3 ou 4, no caule, na superfície do limbo foliar, no botão floral e na flor. As larvas eclodem seis dias após a oviposição e passam dois ou três dias em cada ínstar, até o quarto ínstar; o quinto ínstar dura cerca de 7 ou 8 dias. Larvas de primeiro e segundo ínstares se alimentam da superfície das folhas e nos últimos ínstares, a partir das bordas das folhas. Quando em pré-pupa descem ao solo, onde se dá o período pupal de 9 a 11 dias.

Adultos em repouso mantêm as asas anteriores sobrepostas às posteriores e voltadas para trás (Figura 27); pernas protorácicas dispostas junto ao corpo, não apoiadas no substrato; antenas colocadas juntas, voltadas para a frente e com flabelos direcionados para dentro, tocando-se nas extremidades com aqueles da antena oposta.

Quando caminham, utilizam os 3 pares de pernas e elevam as asas em V, deixando as posteriores parcialmente aparentes. Machos em ritual de corte movem rapidamente as antenas de forma alternada e no sentido vertical. A fêmea ovipõe no período noturno; caminha sobre a planta hospedeira tocando-a com as antenas e após, efetua a desova. Fêmeas viveram aproximadamente 6 dias; machos, 4 a 5 dias.

Desenvolvimento de ovo a imago: desova, 8-9/X/2000; eclosão, 14-15/X; primeira muda, 17-18/X; segunda muda, 20-21/X; terceira muda, 22-23/X; quarta muda, 25-27/X; pupas, 1-3/XI; imagos, 10-12/ XI.

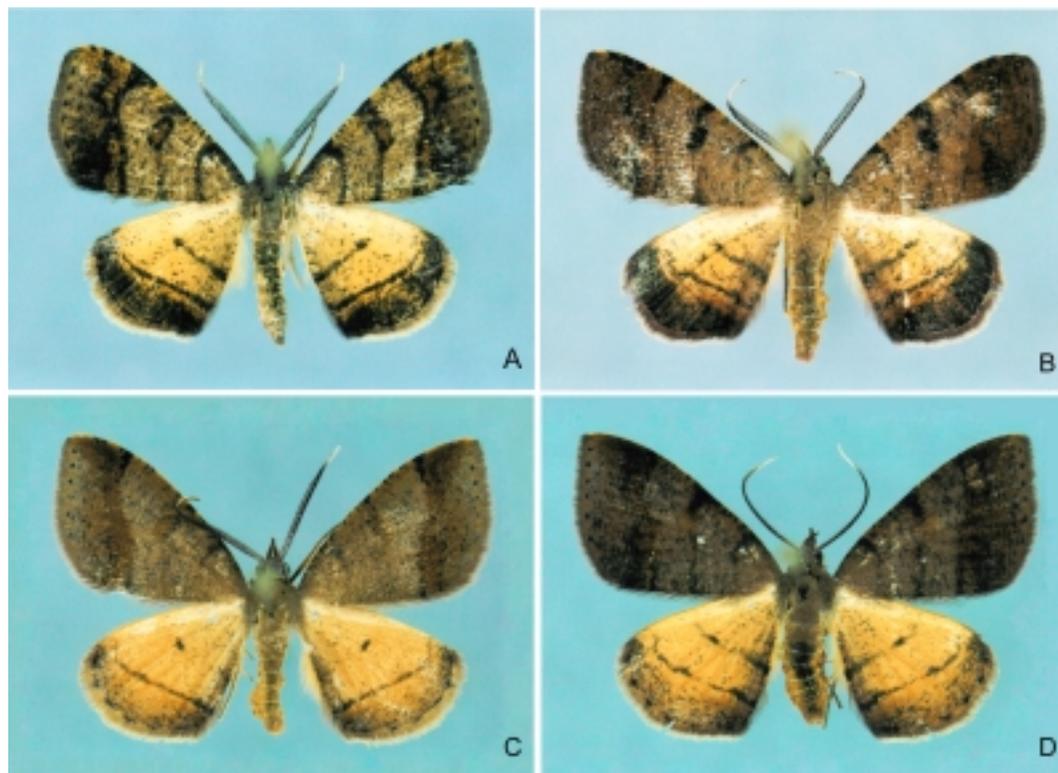


FIGURA 26: *Cyclomia mopsaria* (adultos), variação morfológica. A, B e C: machos; D: fêmea.



FIGURA 27: *Cyclomia mopsaria* (macho) em repouso sobre *Erythroxylum microphyllum*.

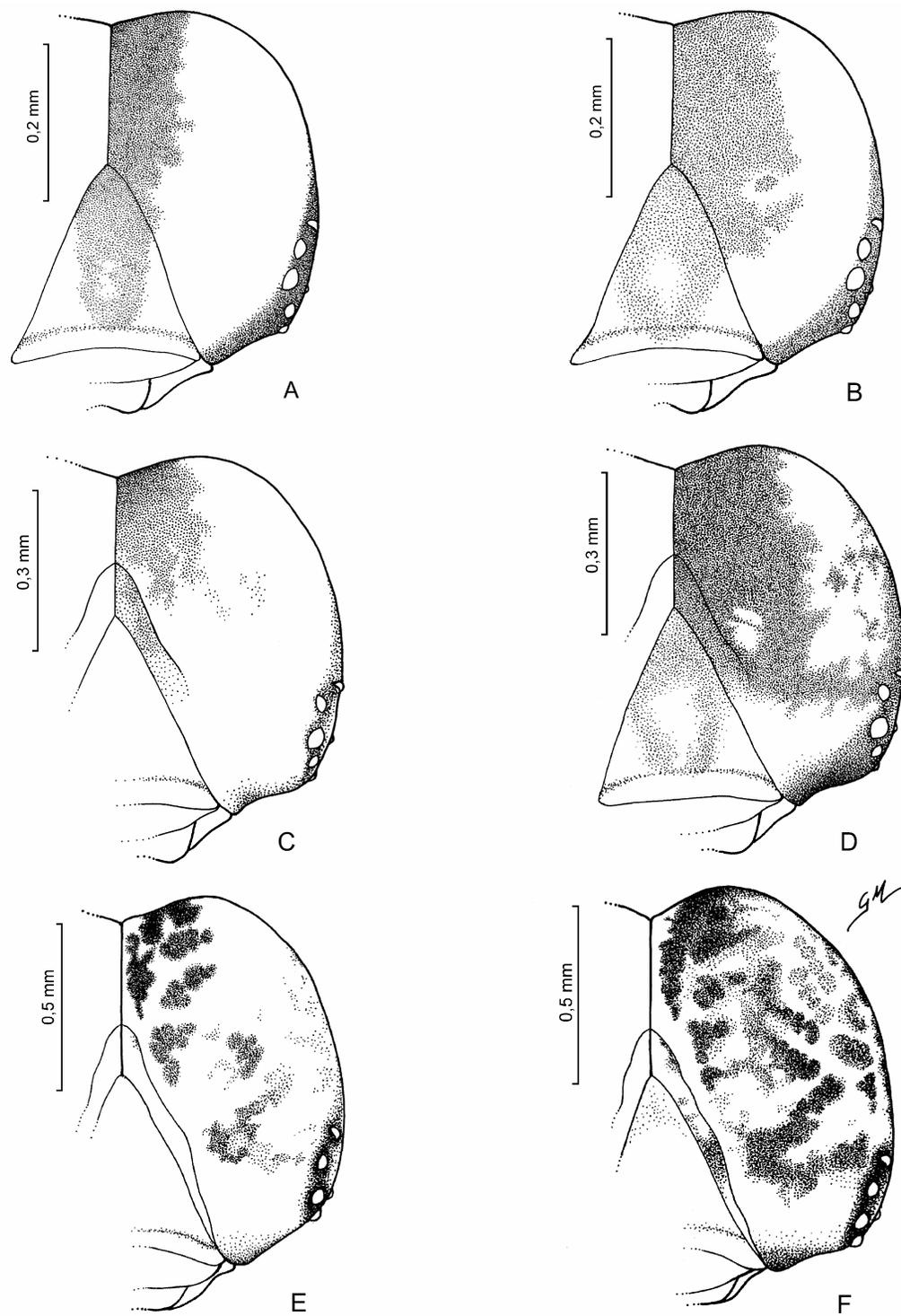


FIGURA 28: Cápsula cefálica de larvas de *Cyclomia mopsaria*: A e B em 3^o instar; C e D em 4^o instar; E e F em 5^o instar.

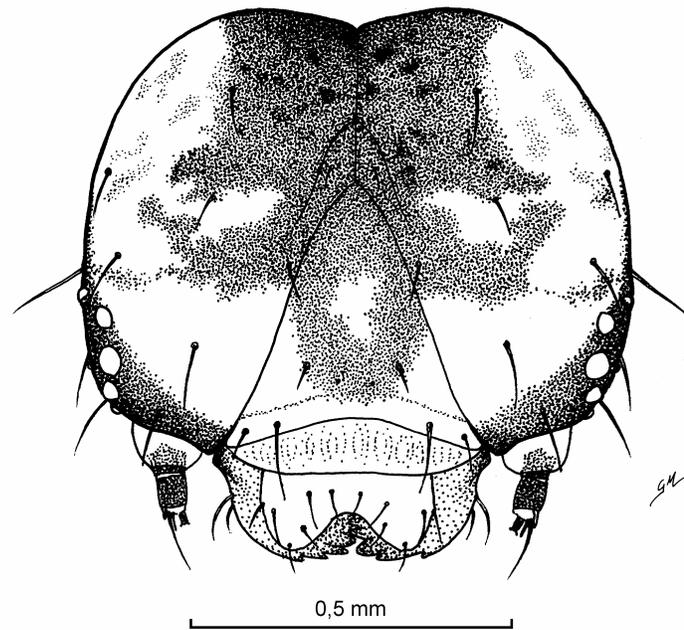


FIGURA 29: Cápsula cefálica de larva *Cyclomia mopsaria*, 4^o instar, vista frontal.

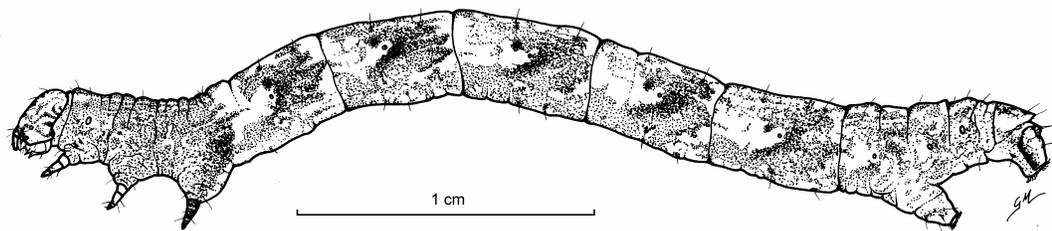


FIGURA 30: Larva de *Cyclomia mopsaria* em 5^o instar, vista lateral.

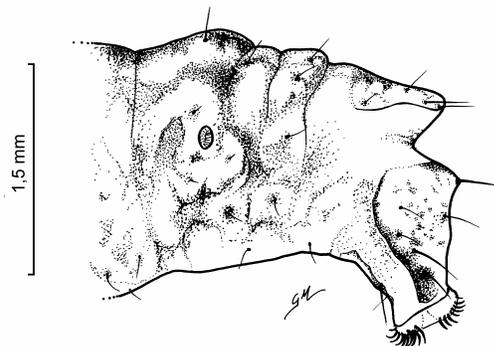


FIGURA 31: Extremidade posterior da larva de *Cyclomia mopsaria* em 5^o instar, vista lateral.

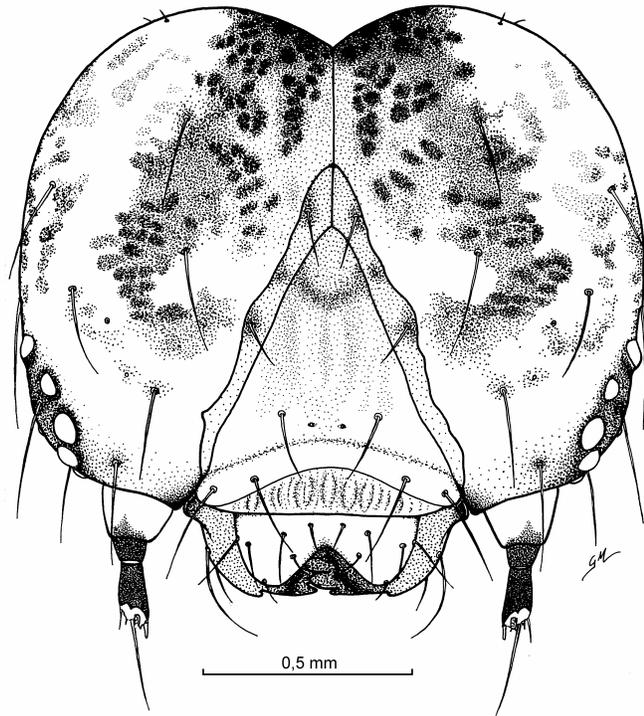


FIGURA 32: Cápsula cefálica de larva *Cyclomia mopsaria*, 5^o instar, vista frontal.

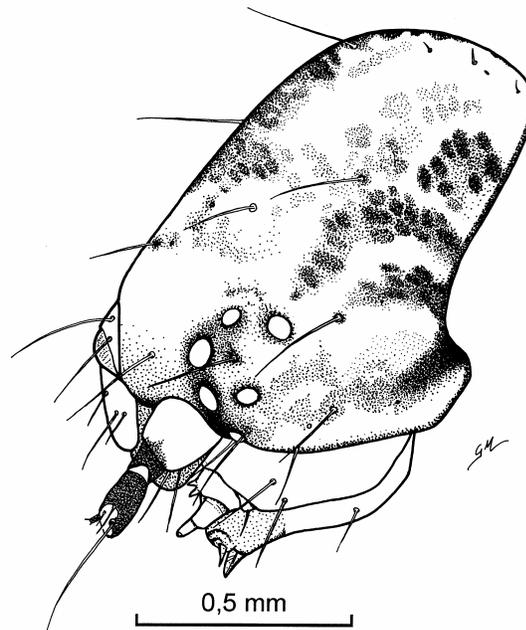


FIGURA 33: Cápsula cefálica de larva *Cyclomia mopsaria*, 5^o instar, vista lateral.

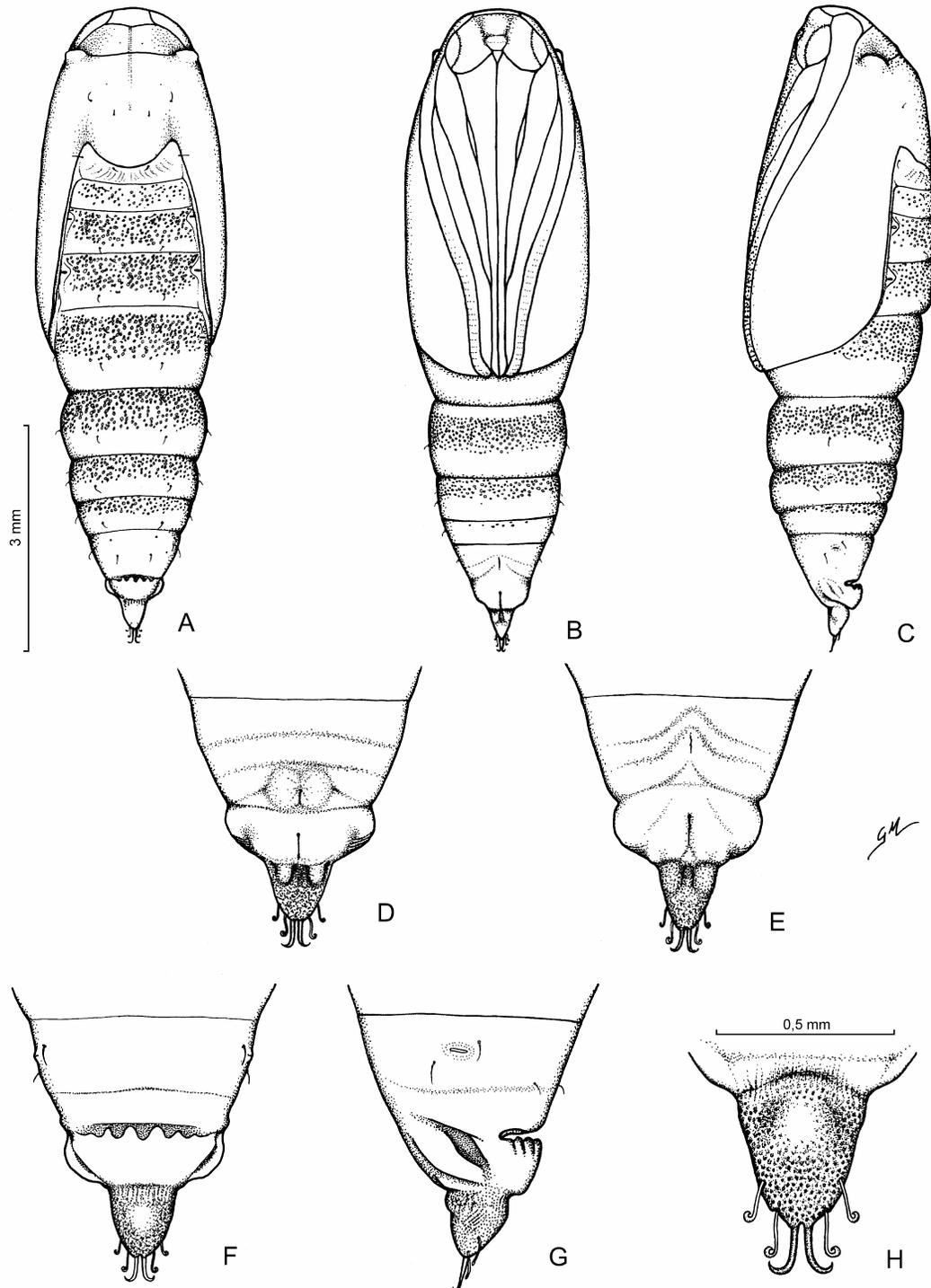


FIGURA 34: Pupa de *Cyclomia mopsaria*. A, vista dorsal; B, vista ventra; C, vista lateral; D, extremidade posterior, vista ventral (macho); E, extremidade posterior do abdome, vista ventral (fêmea); F, extremidade posterior do abdome, vista dorsal; G, extremidade posterior do abdome, vista lateral; H, cremáster.



FIGURA 35: Larvas de 5^o instar de *Cyclomia mopsaria* em diferentes formas. A, forma verde com manchas castanhas; B, verde com manchas alaranjadas e castanhas; C, castanho-escuro com áreas amarelas e verdes; D, cinzenta-clara; E, verde e castanha com faixa lateral branca; F, castanho-avermelhada com manchas alaranjadas; G, castanho-olivácea com manchas semelhantes às lenticelas das planta hospedeira; H, cinzento-clara com manchas castanhas.



FIGURA 36: Larva de *Cyclomia mopsaria*, 4^o instar, vista lateral, forma com manchas amarelas.

4.2. Outros Geometridae obtidos

Na maioria dos Geometridae estudados, não há diferenças marcantes entre as larvas de diferentes espécies de um mesmo gênero. As considerações a seguir são feitas em nível genérico, exceto quando as características específicas são suficientes para distinção. Quando ocorreu apenas uma espécie em um gênero, foram feitas referências a esta.

4.2.1. *Glena* Hulst, 1896 (Figuras 38 A, 38 B e 38 C)

As larvas de último instar de *Glena* são de tamanho médio; a cor varia de verde a castanho-claro, com mancha lateral, preta próxima ao espiráculo, cercada por mácula branca em A2. Cápsula cefálica castanha clara com manchas castanhas mais escuras e irregulares próximas entre si, e por toda a extensão dos epicrânios, distribuídas uniformemente. *G. brachia* mostrou diferença quanto ao padrão de máculas da cápsula cefálica, apresenta linha frontal de máculas mais escuras localizada acima da frente, diluída no vértice.

Tegumento com listras longitudinais irregulares, castanho-esverdeadas, alternadas com outras mais claras, sendo mais nítidas no início do tórax. Dorsalmente, há uma fileira de pontos pareados pretos em toda a extensão do corpo, um par por segmento. Ao lado desta, outra fileira de ponto pareados brancos com mesma distribuição. Os espiráculos são bem visíveis, amarelos, com peritrema preto. Pernas torácicas e abdominais castanhas, aproximadamente com a mesma cor da cápsula cefálica.

A larva tem o hábito de, em repouso, permanecer ereta junto ao caule presa tanto pelas pernas torácicas quanto abdominais, ou presa apenas pelas pernas abdominais, com o corpo em posição inclinada em relação ao caule, de forma a parecer uma bifurcação deste.

Pupa com tegumento castanho e brilhante. O segmento T1, as tecas alares e as peças bucais apresentam rugosidade. T2, T3 e demais segmentos abdominais com pontuação semelhante àquela ilustrada para *C. mopsaria* (Figuras 34 A, 34 B e 34C). A estrutura descrita para *C. mopsaria* em que o espiráculo protorácico é coberto por uma expansão do mesotórax (Figuras 34 A e 34 C), também está presente em todas as espécies de *Glena* estudadas; assumindo a forma de um botão elíptico, com superfície granulosa e recoberta por numerosas e minúsculas cerdas brancas. Cremáster afilado, terminando em bifurcação. *G. brachia* apresentou pupa com coloração castanha mais escura que as outras espécies.

4.2.2. *Physocleora* Warren, 1897 (Figuras 38 D, 38 E e 38 F)

A larva de *Physocleora* nos primeiros ínstares é preta e gradualmente torna-se mais clara; sendo castanha no último instar. Cápsula cefálica castanha com manchas castanhas mais escuras e pretas, e epicrânios arredondados no vértice. Há

uma região mais clara, frontal acima do labro. O tamanho é aproximadamente o mesmo observado em larvas de *Glena*.

A larva de quinto instar apresenta área lateral em A2 com manchas que variam entre amarelo, alaranjado e vermelho, próxima ao espiráculo. Alguns indivíduos observados apresentaram um comportamento diferenciado quando molestados; a região com manchas dilata-se e forma duas saliências dorso-laterais, que evidenciam a cor vermelho-amarelada. Espiráculos amarelo-acastanhados, com peritrema preto. Pernas torácicas são castanhas e abdominais da mesma cor que tegumento do corpo. Há uma fileira de pontos pareados dorsais pretos, como observado nas larvas de *Glena*. Em A9, há uma saliência bifurcada que se constituem em base de cerdas O hábito que a larva assume em repouso também é igual àquele de *Glena*.

Pupa castanha, com superfície brilhante. T1, tecas alares e peças bucais rugosas; segmento T2, T3 e segmentos abdominais pontuados como descrito para *C. mopsaria*. O cremáster é afilado e termina bifurcado como em *Glena*. *Physocleora sp.* e *P. cariaria* apresentam estrutura idêntica à descrita sobre o espiráculo protorácico em *Glena* e *Iridopsis*; mas em *P. junctilinea*, essa estrutura é menos saliente que nas outras.

4.2.3. *Hymenomima amberia* (Schaus, 1901) (Figura 38 G)

A larva de último instar é de tamanho pequeno a médio; coloração castanha. A cápsula cefálica é da mesma cor, com manchas castanho-escuras concentradas no centro da cabeça, onde se encontram as suturas adfrontais e epicranial ou pretas; epicrânios arredondados no vértice. O tegumento apresenta maculação fina, quase inaparente. Há uma fileira de pontos dorsais pareados, de cor preta, como em *Glena*. Pernas torácicas castanhas, o espiráculo é amarelo com peritrema preto.

A pupa é semelhante à descrita para *Glena* em relação aos caracteres: cor, escultura torácica e abdominal, e cremáster; diferindo apenas no tamanho e na expansão do mesotórax sobre o espiráculo protorácico, reduzida a uma faixa estreita.

4.2.4. *Iridopsis fulvitincta* (Warren, 1897) (Figura 38 H)

Nesta espécie, as larvas de último instar são de porte médio, cápsula cefálica castanho-clara, com epicrânios arredondados no vértice e angulosos lateralmente, o que dá um aspecto levemente quadrangular à cabeça. Cápsula cefálica achatada frontalmente; em vista lateral, fronte pouco visível. Há máculas pretas nos cantos superiores da cabeça, que tornam-se menos marcadas em direção aos ocelos; inferiormente, próximo às mandíbulas, também existem manchas pretas

O tegumento do corpo varia de castanho-róseo a esverdeado, sendo o primeiro o mais comum. A2 destaca-se do resto do corpo por apresentar uma seqüência de quatro saliências dispostas em anel, onde duas são dorsais e outras duas laterais. Anteriormente às duas saliências dorsais, há uma mancha triangular mais escura que o tegumento, com ápice voltado para a cabeça. Ventralmente, em A3, outro nódulo dorsal. Dorsalmente, há uma linha de pontos pareados pretos em cada segmento; e em A9, uma saliência bifurcada que se constitui em base de cerdas. Primeira e segunda pernas torácicas, castanhas; e a terceira perna torácica, preta. Espiráculo amarelo bem claro, com peritrema castanho-claro. Em repouso, as larvas foram observadas em posição ereta, oblíqua em relação ao caule da planta hospedeira, presas apenas pelas pernas abdominais.

Pupa castanha, com superfície pouco brilhante. T1, tecas alares e peças bucais são rugosas; T2, T3, e segmentos abdominais apresentam pontuação como descrita para *C. mopsaria*. A estrutura que recobre o espiráculo protorácico é igual à descrita para *Glena*. O cremáster é afilado, terminando em bifurcação.

4.2.5. *Iridopsis nigraria* (Jones, 1921)

Nos ínstaes iniciais, a larva é verde, apresentando uma par de pontos pretos laterais em A2. As pernas torácicas e abdominais são escuras. No último instar, a larva é verde, com manchas dorsais escuras, uma delas, mais evidente em A2 e outras duas menos marcadas, anteriores. No final do corpo, em A8, há mácula escura sobre pequena saliência dorsal.

A pupa é castanha e apresenta superfície brilhante. T1, tecas alares e peças bucais são lisas (sem rugosidades). T2, T3 e região abdominal apresentam pontuações como descritas em *C. mopsaria*. O cremáster é igual ao de *I. fulvitincta*, bem como a expansão do mesotórax que recobre o espiráculo protorácico.

4.2.6. *Prochoerodes* Grote, 1883 (Figura 39 A)

A larva de último instar é de tamanho médio, muito delgada. A cabeça é castanho-clara com máculas pretas. Nos primeiros ínstaes, a cápsula cefálica é tomada quase totalmente por uma mancha preta homogênea que vai gradualmente sendo substituída pelo fundo castanho-claro, até que no último instar, existe apenas máculas pretas pequenas sobre um fundo castanho-claro predominante.

O tegumento nos primeiros ínstaes é castanho homogêneo, com as bases das cerdas bastante escuras, de forma a pontuar o corpo. O dorso é mais escuro que o ventre principalmente nos ínstaes mais iniciais. No último instar, a cor predominante é o castanho acinzentado, com máculas irregulares simulando o padrão do substrato natural (galhos da planta) onde as larvas ocorreram.

O segmento T3 apresenta uma discreta expansão lateral e a base da terceira perna torácica, no mesmo segmento, é dilatada, destacando-se das outras duas. A4 apresenta uma saliência dorsal que simula um nó da planta; a frente dele, existe uma mancha branca aproximadamente triangular com o ápice voltado para a

cabeça. Posteriormente a este segmento, em A8, a base de duas cerdas dorsais são bem salientes e conspícuas.

A larva, em repouso, permanece ereta e presa pelas pernas posteriores, e geralmente com um fio de segurança preso ao caule. Este gênero é muito efetivo na capacidade de simular um graveto, seja pela forma, textura do tegumento ou comportamento desenvolvido.

Em *P. onustaria*, a pupa é castanha com manchas pretas ou castanho-escuras, discretas; o tegumento é rugoso e sem brilho. O cremáster apresenta quatro pares de ganchos, dispostos no mesmo plano, descendentemente, sendo o par mais apical maior que os outros.

Prochoerodes sp apresenta pupa castanha mais avermelhada, sem manchas escuras como *P. onustaria*. A superfície do tegumento é também rugosa e sem brilho. O cremáster possui quatro pares de ganchos, mas apenas três estão alinhados em um mesmo plano, como *P. onustaria*; o quarto par localiza-se dorsalmente no cremáster e não há diferença de tamanho entre os ganchos.

4.2.7. *Macaria regulata* (Fabricius, 1775) (Figura 39 B)

A larva desta espécie é de pequeno porte. Em último instar, a larva apresenta coloração amarela. O tegumento é liso, bem como a cápsula cefálica, de cor amarelo-alaranjada. Os epicrânios são arredondados no vértice; podem ter manchas quase indistintas, nem sempre visíveis. Área lateral e basal das pernas torácicas e área lateral das pernas abdominais são escurecidas. Lateralmente, no segmento A2, há um ponto preto.

A pupa tem cor castanho-clara esverdeada, com superfície levemente rugosa e brilhante, nas tecas alares, peças bucais e T1. Nos outros segmentos, há

pontuações como descritas em *C. mopsaria*. O cremáster é afilado e termina em bifurcação.

4.2.8. *Ischnopteris* Huebner, 1823 (Figura 39 C)

Uma espécie obtida, *Ischnopteris* sp.

A larva de último instar é de médio porte. Os ínstars iniciais apresentam coloração preta, tornando-se gradualmente castanho-clara amarelada. A cápsula é castanha clara, com grandes máculas castanhas mais escuras frontais. No último instar, a larva tem cor amarela ocre; tegumento com aparência aveludada. Há uma saliência lateral de cada lado em T3. A larva, em repouso, assume posição ereta junto ao caule ou posição oblíqua, como a maioria das larvas observadas.

A pupa é castanho-clara esverdeada e brilhante. Apresenta uma característica comum à tribo a que pertence (Nacophorini) – o conjunto de peças bucais ultrapassa a extremidade das tecas alares, ficando esta parte livre. A superfície das tecas alares, T1, e peças bucais é lisa, já os demais segmentos são pontuados como em *C. mopsaria*. A4 a A6 possuem uma linha crenulada em cada segmento. No vértice há uma carena apical proeminente. A borda do mesotórax (sem expansão) próxima ao espiráculo protorácico é escurecida, contornada de preto. O cremáster apresenta apenas dois pares de ganchos; os apicais são bastante retos, afastados na base e aproximados na extremidade, que é ligeiramente curvada; o outro par de ganchos tem tamanho muito menor que os apicais. Neste gênero, estão presentes as seis projeções dentiformes dorsais próximo ao cremáster, em A9, descritas para *C. mopsaria*, porém mais próximas entre si.

4.2.9. *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782)

A larva é de porte médio, o comprimento do corpo é curto em relação ao seu diâmetro, o que confere a ela uma característica robusta.

Nos primeiros ínstaes, a cor predominante é preta; com as ecdises, a cor preta é substituída em algumas regiões por castanho; no último instar, as duas cores estão presentes em proporção relativamente igual. A cápsula cefálica é quase totalmente preta no início do desenvolvimento e, no último instar, torna-se castanho-escura com marcas lineares pretas. Os epicrânios são muito salientes terminando em ponta que porta uma cerda.

Nos primeiros ínstaes, a larva possui dois pares de nódulos dorsais pretos salientes que portam cerdas, sendo maiores em A2 e menores em A3; neste segmento, outro par de saliências ventrais em A3. Em A9, a base de duas cerdas dorsais são salientes. No último instar, tais nódulos já não estão mais tão aparentes, havendo uma saliência dorsal que simula o nó de uma planta.

A pupa é castanha bem escura, com superfície rugosa e sem brilho; é proporcionalmente mais curta em relação aos outros Geometridae observados, mas com diâmetro maior.

4.2.10. *Melanolophia* Hulst, 1896 (Figura 39 D)

Uma espécie obtida, *Melanolophia sp.*

A larva é de tamanho médio. Último instar com cabeça amarelo-esverdeada lisa; os epicrânios são arredondados no vértice. O tegumento é amarelo esverdeado, com faixas longitudinais que alternam o tom mais claro e escuro formando a coloração geral. Tais faixas são muito estreitas e irregulares, podendo ser visualizadas sob aumento. A cor das pernas torácicas e abdominais assemelha-se à coloração geral do tegumento. Espiráculos são amarelos com peritrema castanho. A pupa é castanha clara, superfície do tegumento muito brilhante; tecas alares, T1 e

peças bucais completamente lisos; outros segmentos do tórax e abdome com pontuação fina. Estrutura que recobre o espiráculo protorácico, citada para outras espécies, tem granulação e cerdas brancas e forma de uma dobra estreita espessada. O cremáster é afilado, terminando em bifurcação.

4.2.11. *Nematocampa* (Figura 37)

Uma espécie obtida *Nematocampa sp.*

A larva apresenta cápsula cefálica preta, epicrânios arredondados. O tegumento do corpo é preto. Dorsalmente, há dois pares de filamentos relativamente longos com as extremidades brancas. O par anterior localiza-se em A2 e o posterior em A3. Existem outras saliências menos destacadas no corpo (semelhantes a verrugas) que, assim como esses filamentos, também portam cerdas. Outra característica observada é uma mancha circular clara na base da primeira perna abdominal.

4.2.12. *Herbita renipuncta* (Warren, 1895) (Figura 39 E)

A cápsula cefálica é castanho-clara, com pontos pretos, que se acumulam mais nas laterais dos epicrânios e na sutura epicranial. Há uma mancha escura de cada lado das adfrontes e no ponto médio destas. As pernas são castanho-claras com pontos pretos.

A pupa é castanha, com superfície rugosa e completamente opaca (sem brilho). As tecas alares e peças bucais são mais claras que a porção abdominal, e o cremáster é mais escuro que o resto do corpo. Há uma carena apical transversal entre os olhos e sobre a linha externa das antenas. Cremáster com quatro pares de ganchos, três deles são alinhados em um mesmo plano descendente e outro dorsal;

par apical mais forte que os demais. Todos os ganchos têm sua extremidade enrolada para fora.

4.2.13. *Isochromodes* Warren, 1894 (Figura 39 F)

Apenas uma espécie foi obtida, *Isochromodes* sp.

A cápsula cefálica é castanha clara com pontos castanho-escuros dispersos. A superfície apresenta textura rugosa. Há uma mancha preta destacada, da base dos ocelos até próximo à adfronte. Espiráculo amarelo claro, com peritrema preto.

A pupa é castanho-clara, com pequenas manchas castanho-escuras, esparsas. A superfície é rugosa e sem brilho em T1, tecas alares e peças bucais. T2, T3, e segmentos abdominais com pontuações mais escuras que o tegumento que é também opaco. Os espiráculos da pupa são envoltos em mancha escura, sendo que em A1 a A3 são salientes, com dentes em sua borda. O cremáster apresenta quatro pares de ganchos, sendo três alinhados em plano descendente e um par dorsal.

4.2.14. *Semaepus vizaria* (Warren, 1897) (Figura 39 G)

A cápsula cefálica é castanho-clara, com mancha circular preta ampla sobre a fronte, adfrontes e parte dos epicrânios. Outras manchas pretas, escuras na região entre os ocelos, mandíbulas, e o início das adfrontes; estendem-se para cima e tornam-se castanhas, terminando na lateral dos epicrânios. Outro grupo de pontos castanhos próximos à sutura epicranial. Pernas torácicas castanho-claras com pontuação preta.

A pupa é castanho-escuro com superfície rugosa e pouco brilho, no tórax e nas peças bucais. Nos segmentos abdominais, também há pouco brilho com pontuação e rugosidade muito finas. O cremáster tem quatro pares de ganchos com

extremidades curvadas, três pares num mesmo plano e um par dorsal. O par apical é mais forte que os outros. Em A9, dorsalmente, existe a mesma estrutura dentiforme descrita para *C. mopsaria*, mas nesta, a borda denteada é mais suave que em *C. mopsaria* assumindo a forma de uma linha irregular, que apresenta minúsculas cerdas amarelas douradas, dispostas densamente ao longo da borda. No espiráculo protorácico, há uma carena na borda do mesotórax depressão onde se localiza o espiráculo.

4.2.15. *Semaepus lunifera* (Warren, 1897) (Figura 39 H)

A cápsula cefálica da larva é castanha clara e sem a mancha frontal descrita na espécie anterior. Possui manchas dispostas em blocos que formam manchas maiores concentradas na área superior e lateral dos epicrânios; são mais dispersas na frente e adfrontes. As pernas são castanho-claras com manchas escuras.

A pupa é castanha clara, com superfície rugosa e sem brilho. Cremáster com base larga e achatada e quatro pares de ganchos, sendo os apicais mais desenvolvidos. A estrutura em A9, descrita para *Semaepus vizaria*, está presente nesta espécie; a linha de cerdas douradas encontra-se sobre seis projeções dentiformes bem evidentes.

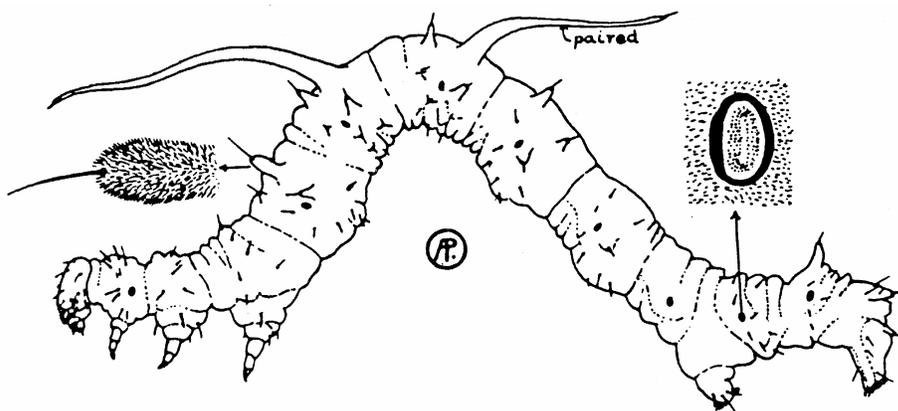


FIGURA 37: Larva de *Nematocampa* sp (segundo STEHR, 1987).

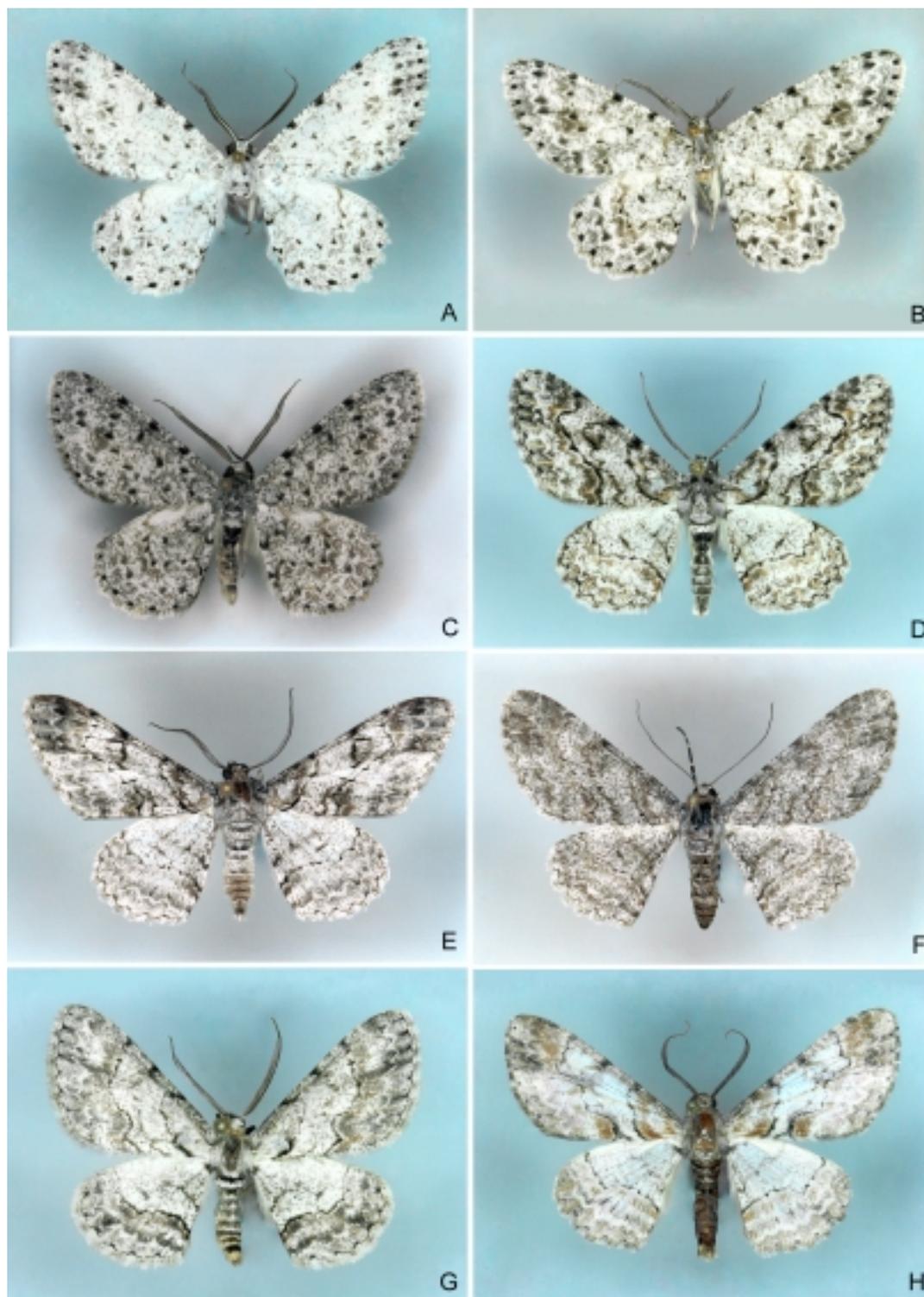


FIGURA 38: A, *Glena unipennaria* (macho); B, *Glena bipennaria* (macho); C, *Glena demissaria* (macho); D, *Physocleora cariaria* (macho); E, *Physocleora junctilinea* (macho); F, *Physocleora junctilinea* (fêmea); G, *Hymenomima amberia* (macho); H, *Iridopsis fulvitincta* (macho).

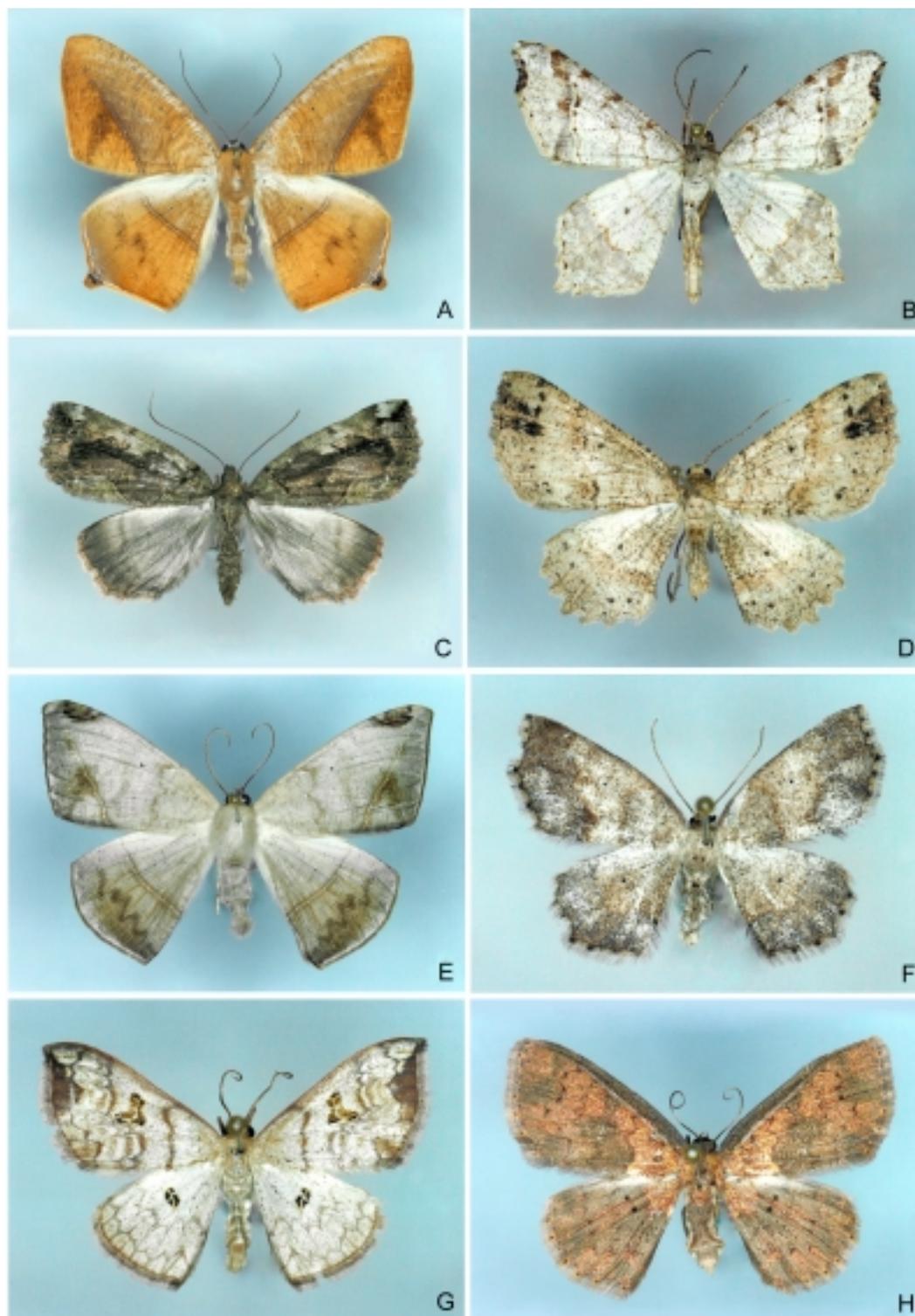


FIGURA 39: A, *Prochoerodes onustaria* (macho); B, *Macaria regulata* (macho); C, *Ischnopteris* sp (fêmea); D, *Melanolophia* sp (fêmea); E, *Herbita renipuncta* (macho); F, *Isochromodes* (fêmea); G, *Semaepus vizaria* (macho); H, *Semaepus lunifera* (fêmea).

5. Discussão

A planta *Erythroxylum microphyllum* hospedou no período de estudo um número elevado de larvas de Geometridae, tanto em relação à abundância de larvas quanto à riqueza de espécies (Figura 7; Quadro 1). BRAGA (1997) estudou duas espécies de Geometridae em quatro espécies de *Piper*, sendo que a abundância total não passou de 350 larvas para cada espécie de planta, no período de um ano. FERNANDES (1999) coletando em *Croton floribundus* obteve 85 indivíduos para abundância total e sete para riqueza de gêneros. COSTA (2000), trabalhando com duas espécies de *Stryphnodendron* (Mimosaceae) na mesma área em que este trabalho foi desenvolvido, obteve sete espécies, algumas das quais ocorreram também em *E. microphyllum*. Ainda que no presente trabalho, a riqueza de espécies tenha sido alta, houve a predominância de *Cyclomia mopsaria* (com 83% de ocorrência) em relação às demais espécies (Figuras 8 e 10).

PRICE et al. (1995) estudando lepidópteros associados a quatro espécies de *Erythroxylum*, verificaram a ocorrência de grande riqueza de espécies e baixa abundância. O trabalho também mostrou que a fenologia da planta exerce pequena influência sobre a riqueza de espécies, ainda que a abundância de larvas tenha apresentado picos de ocorrência coincidindo com a época de brotação no final da estação seca (agosto e setembro). Os autores consideraram a riqueza de 31 espécies para Lepidoptera, um valor alto. Neste trabalho, foi encontrada riqueza de 22 espécies apenas para o grupo do Geometridae e para uma única espécie de planta hospedeira; enquanto PRICE et al. (1995) foram consideradas quatro espécies. Nos dados que obtivemos com *E. microphyllum*, a riqueza pode ser considerada alta, mas houve abundância elevada para uma das espécies (*C. mopsaria*). Outro ponto de disparidade diz respeito à época de maior abundância larval, que neste trabalho é o

início da época seca (fato que provavelmente está associado ao parasitismo) em contraposição ao final da época seca para esse outro trabalho (fato ligado à fenologia da planta). Com relação ao número cumulativo de espécies, os dois trabalhos apresentam resultados semelhantes: a curva de acumulação de espécies foi feita por regressão linear e esta mostrou-se significativa fortemente positiva e não-assintótica (Figura 25). Isto sugere que o período de um ano de amostragem é insuficiente para determinar a riqueza de espécies de Geometridae abrigadas pela planta hospedeira. Assim, um maior tempo de coleta é requerido para atingir o platô de espécies; da mesma forma, os autores citados consideraram que para o grupo Lepidoptera, é necessário um período de amostragem maior que dois anos. O referido trabalho mostrou que em um ambiente temperado com características próximas, a curva atingiu o platô de saturação de espécies de Lepidoptera após duas coletas (dois meses).

Para todas as espécies de Geometridae, este é o primeiro registro em *E. microphyllum*. DINIZ e MORAES (1995, 1996), DINIZ et al. (2001) citam *Cyclomia mopsaria* (Guenée) e *Cyclomia oca* (Schaus) em *Erythroxyllum tortuosum* e *E. deciduum*. Com base nestas informações é possível verificar a estreita relação entre o gênero *Cyclomia* e o gênero *Erythroxyllum*. Confirmando tal hipótese, há o fato de que neste local de coleta, a espécie *C. mopsaria* pode ser considerada monófaga já que trabalhos anteriores comprovam a sua inexistência em outras plantas (MARCONATO, 1998; PACHECO, 2000). Trata-se de uma espécie com grande adaptação à planta hospedeira, configurando-se como espécie predominante, nunca tendo ocorrido em abundância relativa inferior a 50 % (Figura 10).

Algumas das espécies ou gêneros de Geometridae aqui citados, já foram registradas em outras plantas hospedeiras, revelando seu hábito polífago. São elas: *Glena* (todas as espécies citadas), *Hymenomima amberia*, *Iridopsis fulvitincta*, *Ischnopteris* sp., *Macaria regulata*, *Melanolophia* sp., *Prochoerodes* sp., *Semaepus* sp., *Thyrintina arnobia*. DINIZ e MORAIS (1995, 1996), DINIZ et al. (1999) e DINIZ et

al. (2001) citam *Kielmeyera coriacea* como planta hospedeira de *Glena demissaria*, para o gênero *Iridopsis* citam *Maprounea guianensis*, *Erythroxylum tortuosum*, *Casearia sylvestris*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Byrsonima verbascifolia*. GUEDES et al. (2000) citaram para *Eucalyptus grandis*, *Glena unipennaria* e *Stenalcidia grosica*. SILVA et al. (1968) verificaram *Celtis tala* como planta hospedeira de *Prochoerodes tetragonata* (Gueneé, 1858) (= *Aeschropteryx tetragonata*), e *Thyrinteina arnobia* em *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus* sp., *Citrus* sp. RINDGE (1990), em revisão dos Melanolophiini, referiu-se às espécies da América do Norte, cujas larvas se alimentam de grande variedade de plantas. Esse mesmo autor mencionou a falta de dados sobre plantas hospedeiras nativas registradas para a América do Sul; citou *Melanolophia commotaria* (Maassen, 1890) na Colômbia, como desfoliadora de espécies introduzidas de *Pinus*, *Cupressus* e *Eucalyptus*; para o Brasil, citou *Melanolophia apicalis* (Warren, 1900) em São Paulo, utilizando *Pinus* como planta hospedeira. MCGUFFIN (1972), em estudo sobre os Geometridae do Canadá, referiu-se aos estágios imaturos e plantas hospedeiras de muitas espécies de *Macaria*, as quais foram consideradas pelo autor citado, incluídas no gênero *Semiothisa* Huebner, 1818 e *Itame* Huebner, 1823. Deve-se assinalar que parte das espécies incluídas nos gêneros *Semiothisa* por MCGUFFIN (1972), pertence agora ao gênero *Digrammia* Gumpfenberg, 1887, Segundo SCOBLE (1999). FERNANDES (1999) citou *Croton floribundus* para *Aeschropteryx* sp. (*Prochoerodes*), *Glena* sp., *Iridopsis* sp., *Melanolophia* sp., *Semaepopus* sp. e *Stenalcidia* sp. COSTA (2000) verificou em *Stryphnodendron* sp. os gêneros de Geometridae: *Glena*, *Thyrinteina*, *Macaria*, *Iridopsis* e *Hymenomima*.

MCGUFFIN (1977), em publicação sobre a fauna do Canadá, referiu-se aos estágios imaturos de espécies de *Glena*, *Iridopsis* e *Melanolophia*, 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). Outros dados sobre estágios imaturos e plantas hospedeiras no Canadá, de *Prochoerodes lineola* (Goeze, 1781) (= *Prochoerodes transversa* (Drury, 1773)) e *Prochoerodes forficaria combinata* McDunnough, 1940, estão em MCGUFFIN (1987). Nesta mesma publicação também são apresentados dados sobre plantas hospedeiras de *Nematocampa resistaria* Herrich-Schäffer, 1856 (= *Nematocampa limbata* (Harnorth, 1809)). Sobre a larva, esse autor referiu-se ao par de tubérculos proeminentes, portando cerdas, presentes em A2 e A3 (Figura 37), caráter também observado na espécie de *Nematocampa* obtida em *E. microphyllum*.

Segundo SCOBLE (1999), o gênero *Glena* é constituído por 44 espécies, neotropicais e neárticas; esse autor mencionou várias plantas hospedeiras para espécies neárticas. MENEZES et al. (1986) em amostragem de lepidópteros adultos em plantações de *Eucalyptus* sp., registraram 21.558 indivíduos de *Glena* sp. obtidos em armadilhas luminosas no período de um ano, na região de Aracruz, Espírito Santo. A ocorrência de várias espécies de *Glena*, algumas mais freqüentes em plantas nativas da área de cerrado estudada, parece estar relacionada à cultura de *Eucalyptus* no entorno próximo. Espécies de *Glena* foram registradas também em outras plantas do cerrado, além de *E. microphyllum*, por exemplo, em *Stryphnodendron*, por COSTA (2000), DINIZ et al. (2001) registraram *Glena demissaria* em *Kielmeyera coriacea*. Espécies desse gênero de Geometridae são conhecidas como desfoliadores de *Eucalyptus* (MENEZES et al., 1986; GUEDES et al., 2000) e os hábitos aparentemente polípagos de suas larvas estão permitindo a expansão em plantas nativas de áreas próximas.

O gênero *Prochoerodes*, segundo SCOBLE (1999), é constituído por 23 espécies, neotropicais e neárticas; esse autor mencionou plantas hospedeiras (Juglandaceae, Rosaceae, Salicaceae e Aceraceae) para *Prochoerodes forficaria* (Guenée, 1858).

Para *Macaria* Curtis, 1826, SCOBLE (1999) citou 174 espécies, distribuídas sobretudo nas Américas, Europa e Ásia; o autor mencionou muitas plantas hospedeiras para espécies neárticas.

Esse mesmo autor considera que o gênero *Melanolophia* seja constituído por 104 espécies, neotropicais (a maioria) e neárticas; mencionando plantas hospedeiras para espécies neárticas.

Segundo SCOBLE (1999), *Iridopsis* Warren, 1894, contém 27 espécies, todas neotropicais; *Herbita* Walker, 1860, possui 58 espécies, todas neotropicais; *Semaepus* Herrich-Schäffer, 1855 é composto por 148 espécies, na maioria neotropicais; *Isochromodes* Warren, 1894 é constituído por 63 espécies, todas neotropicais. *Ischnopteris* apresenta 35 espécies, todas neotropicais; e *Hymenomima* Warren, 1895 é constituído por 27 espécies, também todas neotropicais. Segundo PITKIN (2002), *Physocleora* Warren, 1897 contém cerca de 100 espécies; metade das quais requer revisão taxonômica para o estabelecimento preciso de sua posição genérica.

Quanto à sazonalidade dos Geometridae, apresentada na Figura 9, alguns gêneros tiveram distribuição bem restrita ao longo do período estudado, tratando-se de grupos de ocorrência rara como *Herbita*, *Isochromodes*, e *Nematocampa*; ou pouco adaptados à planta (*Melanolophia*, *Semaepus*, *Ischnopteris*, *Thyrinteina*). Outros gêneros, no entanto estiveram presentes em todo o período. É o caso de *Cyclomia*, *Glena*, *Hymenomima*, *Iridopsis*, *Physocleora*, *Macaria* e *Prochoerodes*. *Cyclomia mopsaria* é uma espécie constante devido a sua grande adaptação à planta hospedeira. Já os outros gêneros têm sua distribuição mais ampla associada ao alto grau de polifagia que desenvolveram.

A planta apresenta, no seu ciclo anual, um período de ausência de folhas (Quadro 3). Neste período houve ocorrência de larvas porque a perda de folhas não é exatamente sincrônica para todos os indivíduos da planta. A Figura 7 mostra um

pico na ocorrência de larvas em agosto, o que deve estar relacionado ao fato deste ser o mês em que a planta inicia a brotação. STANTON (1983) considera que o crescimento dos herbívoros é dependente tanto da qualidade quanto da quantidade da planta hospedeira. Assim, próximo ao período de senescência da planta ocorre uma diminuição no número de larvas, devido à baixa qualidade do recurso utilizado; depois da brotação existe um acréscimo, explicado pelo incremento na qualidade nutricional da planta. Segundo COLEY e AIDE (1991), o tempo de vida das folhas é um fator importante a se considerar. Tanto o risco de herbivoria quanto o valor do tecido vegetal podem influir na evolução da defesa.

Os Hymenoptera parasitóides foram representados pelas famílias Ichneumonidae, Braconidae, Mymaridae e Eulophidae. As duas primeiras pertencem à superfamília Ichneumonoidea e as duas últimas pertencem aos Chalcidoidea (Quadro 2). Os Diptera Tachinidae foram representados apenas por dois indivíduos coletados no mesmo mês – dezembro (na estação chuvosa). Alguns gêneros dentre os Hymenoptera parasitóides estiveram presentes praticamente durante o ano todo (Figuras 13 e 19), não demonstrando tendência a uma sazonalidade definida. Isto aconteceu para *Microcharops peronata*, *Euplectrus* sp., *Protapanteles* sp. e *Mesochorus* sp. *Meteorus* sp. teve sua ocorrência coincidente à estação chuvosa (outubro a maio) (Figura 19). Dentre os parasitóides registrados, o de maior abundância relativa foi *Microcharops peronata*, 53 %, seguido de *Euplectrus* sp, com 21 % (Figura 14). A predominância de *M. peronata* está relacionada à alta ocorrência de *C. mopsaria*, seu principal hospedeiro registrado durante o estudo.

Segundo a literatura consultada, muitas espécies de *Mesochorus* são hiperparasitóides. Provavelmente, a presença desse gênero esteja relacionada ao hiperparasitismo de alguns Ichneumonidae como o *Microcharops peronata*, *Charops* sp., *Hyposoter* sp., pois emerge do casulo destes. *Mesochorus* já foi citado como

hiperparasitóide de *Hyposoter annulipes*, *H. didymator*, *H. ebeninus*, *H. tricolor* e *Charops* sp.

Os fatores abióticos mostraram pouca relação com a ocorrência de Geometridae e parasitismo. Um pico na ocorrência de larvas de Geometridae coincidiu com a faixa de temperatura mais elevada (dezembro a março) (Figura 16). O perfil da curva de umidade relativa foi muito variável, apresentando uma faixa discreta de valores mais elevados entre outubro e março, configurando o período chuvoso (Figura 17). A precipitação, apresentada na Figura 18, mostra números elevados de pluviosidade de dezembro a março; o número de larvas elevou-se discretamente neste período, tendo uma elevação muito mais acentuada após as chuvas. O gráfico da Figura 15 mostra os períodos de seca nas áreas em que a curva da precipitação está abaixo da curva da temperatura em julho e agosto de 1999; e abril, maio e junho de 2000.

Nos estudos de BRAGA (1998) e FERNANDES (1999), a época do ano com maior abundância de larvas de Geometridae foi entre abril e junho. Os dados aqui apresentados confirmam estes resultados, visto que a Figura 7 mostra o pico de ocorrência larval acontecendo entre março e junho.

Uma das relações mais expressivas sobre a ocorrência do número de larvas é o parasitismo, indicado no gráfico da Figura 23. As curvas são inversamente relacionadas e mostram que à medida que a taxa de parasitismo diminui a abundância do hospedeiro aumenta. É provável que o grande número de larvas registrado em abril e maio se deva à diminuição da taxa de parasitismo nesse período. BARBOSA et al. (2001) discutem que a arquitetura da planta afeta o sucesso do parasitóide no encontro do hospedeiro. Plantas com mais folhas ocultam o hospedeiro e dificultam o acesso a ele, e aumenta a área de busca para o parasitóide. Considerando que *E. microphyllum* perde totalmente ou pelo menos a maior parte das folhas na estação seca, época em que as folhas, quando presentes, estão em processo de senescência,

a qualidade nutricional da planta disponibilizada para a larva é baixa. A larva, sob esta situação de estresse, torna-se mais vulnerável por perda de abrigo contra predadores e parasitóides, devido abscisão foliar.

Segundo STANTON (1983), a baixa ocorrência de insetos herbívoros nas plantas, freqüentemente pode ser atribuída à taxas mais altas de predação ou parasitismo. A vegetação ao redor pode alterar a susceptibilidade dos herbívoros aos parasitóides e predadores de duas formas: fornecendo habitats alternativos a estes e afetando a facilidade com que estes animais localizam suas presas. Em adição, OGUSHI (1992) ressalta que os herbívoros que utilizam plantas efêmeras (de ciclo anual) ou aquelas que perdem folhas, em determinada estação, estão sujeitos a grande mortalidade dos imaturos, devido a rápidas mudanças sazonais na quantidade e qualidade do recurso alimentar. O autor ressalta ainda que a abscisão foliar é uma variável muito importante no fator causal da mortalidade larval.

Ao longo do período de estudo, a taxa de parasitismo de *C. mopsaria* foi alta em relação às outras espécies que foram consideradas, na Figura 24, como um grupo. Esta tendência só se alterou no período de março a maio de 2000 quando o parasitismo para as outras espécies ultrapassou aquele de *C. mopsaria*. É provável que a diferença apontada pelos dados, seja em função da constância de ocorrência de *C. mopsaria* na planta, ou seja, trata-se de uma espécie constantemente presente, em qualquer época do ano. Sendo assim, a associação entre esta espécie, e seus parasitóides é mais estreita, se comparada com espécies de lepidópteros que se utilizam de várias plantas hospedeiras.

6. Conclusões

- ☆ O período de maior ocorrência de larvas de Geometridae foi entre o final da época chuvosa e o início da seca.

- ☆ A espécie de Geometridae predominante em *Erythroxylum microphyllum* foi *Cyclomia mopsaria* estando presente na planta hospedeira em todo o período de estudo. Da mesma forma, a espécie de parasitóide predominante foi *Microcharops peronata*.

- ☆ Com base nos resultados obtidos, algumas espécies de *Cyclomia* estão estreitamente relacionadas a plantas do gênero *Erythroxylum*.

- ☆ A taxa de parasitismo, entre os fatores considerados, foi de grande influência no ciclo de desenvolvimento dos Geometridae estudados.

- ☆ 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.

7. Referências Bibliográficas

- ALPHEN, J. J. M. van; VET, L. E. M. An evolutionary approach to host finding and selection. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. (Eds.). **Insects Parasitoids**. London: Academic Press, 1989. p. 23-61.
- BARBOSA, P.; LETOURNEAU, D. K. **Novel aspects of insect: plant interactions**. New York: John Willey & Sons, 1988. 362p.
- BARBOSA, A. V. G. **Erythroxyloaceae da Flora dos estados de Goiás e Tocantins**: Coleção Rizzo. 1999. Dissertação (Mestrado). IB/UNESP, Botucatu, 1999.
- BARBOSA, P. et al. Differential parasitism of Macrolepidopteran herbivores on two deciduous trees species. **Ecology**, v. 82, n. 3, p. 698-704, 2001.
- BECKER, V. O.; MILLER, S. E. The large moths of Guana Island, British Virgin Islands: a survey of efficient colonizers (Sphingidae, Notodontidae, Noctuidae, Arctiidae, Geometridae, Hyblaeidae, Cossidae). **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 56, n.1, p. 9-44, 2002.
- BEVAN, D.; BROWN, R. M. Pine looper moth. **Forestry Commission**: Forest Record, n. 119, 13p. 1978
- BOURGOGNE, V. Ordre des Lépidoptères, In: P. GRASSÉ (Ed.), **Traité de Zoologie-Anatomie, Systematique, Biologie**. Paris: Masson, 1951. Tome X. p.173-448.
- BOURQUIN, F. Metamorfosis de *Racheospila gerularia* (Lep., Geometridae, Hemitheinae). **Physis**, n. 17, p. 385-392, 1939.
- _____. **Mariposas Argentinas**: vida, desarrollo, costumbres y echos curiosos de alguns lepidópteros argentinos. Buenos Aires: El Ateneo, 1945. 212p.
- BRAGA, S. M. P. **Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados a Piperaceae em uma área de mata nativa na região de São Carlos, SP**. 1997. Dissertação (Mestrado). PPG-ERN, UFSCar, 1997.

BROWN, C. E. The life history of the bruce spanworm, *Operophtera bruceata* (Hulst)(Lepidoptera, Geometridae). **The Canadian Entomology**, n. 94, p. 1103-1107, 1962.

BRUES, C. T. **Insects, Food and Ecology**. New York: Dover Publications, 1972. 466p.

BUTLER, L. Food plant studies for the half-wing geometer, *Phigalia titea* Cramer (Geometridae). **The Canadian Entomology**, n. 117, p. 547-551, 1985a.

_____. Biology of the half-wing geometer *Phigalia titea* Cramer (Geometridae), as a member of a looper complex in west Virginia. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v. 39, n. 3, p. 177-186, 1985b.

CASAGRANDE, M. M.; MIELKE, O. H. H. Estágios imaturos de *Bombycodes aspilaria* Guenée (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, n. 1, p. 177-186, 1989.

COLEY, P. D.; AIDE, T. M. Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. In: PRICE, P. W. et al. (Eds.). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York: John Wiley & Sons, 1991. p. 25-49.

COSTA, T. A. **Larvas de Geometridae associadas a *Stryphnodendron spp.* (Mimosaceae) em área de cerrado da UFSCar**. 2001. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Biologia) – CCBS, UFSCar, 2001.

COVELL, C.V. **A field guide to the moths of eastern North America (The Peterson Field Guide Series)**. Boston: Houghton Mifflin, 1984. 496p., 64 pls.

DIAS, M. M. Estágios imaturos de *Sabulodes caberata caberata* Guenée, 1857 e *Sabulodes exonorata* Guenée, 1857 (Lepidoptera, Geometridae, Ennominae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 3, p. 455-464, 1988.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Larvas de Lepidoptera e suas plantas hospedeiras em um cerrado de Brasília, DF, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 39, n. 4, p. 755-770, 1995.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation**, n. 6, p. 817-836, 1997.

DINIZ, I. R. et al. Lepidopteran caterpillar fauna on lactiferous host plants in the central Brazilian cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 627-635, 1999.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C.; CAMARGO, A. J. A. Host plants of Lepidopteran caterpillars in the cerrado of the Distrito Federal, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 45, n. 2, p. 107-122, 2001.

FEENY, P.; ROSENBERRY, L.; CARTER, M. Chemical aspects of oviposition in butterflies. In: AHMAD, S. (Ed.) **Herbivorous Insects: host-seeking behavior and mechanisms**. Orlando: Academic Press, 1983. p. 27-71.

FERNANDES, L. B. R. **Aspectos bionômicos dos Geometridae (Lepidoptera) associados a *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) em uma área de mata nativa de São Carlos, SP**. 1999. Dissertação (Mestrado). PPG-ERN, UFSCar, São Carlos, 1999.

FLETCHER, D. S. Geometroidea. In: NYE, I. W. B. (Ed.) **The generic names of moths of the world** London: Brit. Mus. (Nat. Hist.). 1979, v. 3, 243p.

FUTUYMA, D. J. Selective factors in the evolution of host choice by phytophagous insects,. In: AHMAD, S. (Ed.) **Herbivorous Insects: host-seeking behavior and mechanisms**. Orlando: Academic Press, 1983. p. 227-241.

GUEDES, R. N. C et al. Species richness and fluctuation of defoliator populations in Brazilian plantations of *Eucalyptus grandis* as affected by plant age and weather factors. **Forest Ecology and Management**, n. 137, p. 179-184, 2000.

GUIMARÃES, J. H. Host-parasite and parasite-host catalogue of South American Tachinidae (Diptera). **Arquivos de Zoologia**, v. 28, n. 3, p. 1-131, 1977.

- HANSON, F. The behavioral and neurophysiological basis of food-plant selection by lepidopterous larvae.. In: S. AHMAD (Ed.) **Herbivorous Insects: host-seeking behavior and mechanisms**. Orlando: Academic Press, 1983. p. 3-21.
- HEPPNER, J. B. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. **Tropical Lepidoptera** v. 2 suppl. 1, p. 1-85, 1991.
- HOLLAND, W. J. **The moth book: A guide to the moths of North America**. New York: Dover Publications, 1968. 479 p.
- HOLLIDAY, N. J. Maintenance of the phenology of the winter moth (Lepidoptera, Geometridae). **Biological Journal of the Linnean Society**, n. 25, p. 221-234, 1985.
- HOLLOWAY, J. D. The moths of Borneo: Family Geometridae, Subfamilies Oenochrominae, Desmobathrinae and Geometrinae. **Malayan Nature Journal**, v. 49, p. 147-326, 427 figs, 12 col. pls. 1996
- IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: SERGRAF-IBGE, 1977. v. 3, 667p.
- LANCE D. R. Host-seeking behavior of the Gypsy Moth: the influence of polyphagy and highly apparent host plants. In: AHMAD, S. (Ed.) **Herbivorous insects: host-seeking behavior and mechanisms**. London: Academic Press, 1983. p. 201-219.
- LIMA, A. M. C. **Insetos do Brasil: Lepidoptera**. Rio de Janeiro: Esc. Nac. Agron., v. 5, pt. 1. (Serie Didática, n. 7), 1945.
- LIMA, A. M. C. **Insetos do Brasil: Lepidoptera**. Rio de Janeiro: Esc. Nac. Agron., v. 6, pt. 2. (Serie Didática, n. 8), 1950.
- LORANDI, R.; GONÇALVES, A. R. L.; GONÇALVES, J. M. M. **Levantamento pedológico semi detalhado do “campus” da Universidade Federal de São Carlos (SP) e suas aplicações**. 1988. Relatório final do Projeto CNPq 40.0186/87-0/ PQ/ FV.
- MARCONATO, G. **Aspectos bionômicos e morfológicos de estágios imaturos de Lepidoptera (Insecta)**. 1998. Monografia de conclusão de curso. (Graduação em Biologia) – CCBS, UFSCar, São Carlos, 1998.

MARIATH, H. A. Factors affecting the dispersive behavior of larvae of an Australian geometrid moth. **Entomologia experimentalis et applicata**, n. 35, p. 159-167, 1984.

MARQUIS, R. J. Herbivore fauna of *Piper* (Piperaceae) in a Costa Rican wet forest: diversity. In: PRICE, P. W. et al. (Eds.). **Plant-animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1991, p. 179-208.

MCGUFFIN, W. C. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II. Subfamily Ennominae. 1. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, n. 86. 159p. 1972.

_____. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II. Subfamily Ennominae. 2. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, n. 101. 191p. 1977.

_____. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). II. Subfamily Ennominae. 4. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, n. 138. 182p. 1987.

MENEZES, E. B. et al. Associação de lepidópteros desfolhadores com plantas do gênero *Eucalyptus* em áreas reflorestadas na região de Aracruz (ES). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.15, n. 2, p.181-188. 1986.

MILHOMEN, M. S. et al. Espécies de lagartas em *Erythroxyllum spp.* (Erythroxyllaceae) em um cerrado de Brasília. In: LEITE, L. L.; SAITO, C. H. (Orgs). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Universidade de Brasília. 1997, p. 107-111.

MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; SILVA, D. M. S. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. **Revista de Biologia Tropical**, v. 47, n. 4, p. 1025-1033. 1999.

MOSHER, E. A classification of the Lepidoptera based on characters of the pupa. **Bulletim of the Illinois State Laboratory Natural History**, v. 12 , n. 2, p. 14-59, pls19-27. 1916.

OHGUSHI, T. Resource limitation on insect herbivory populations. In: HUNTER, M. D.; OHGUSHI, T.; PRICE, P. W. (Eds.) **Effects of resource distribution on animal-plant interactions**. San Diego: Academic Press, 1992. p. 200-241.

OHMART, C. P.; STEWART, L.G. THOMAS, J. R. Phytophagous insect communities in the canopies of three *Eucalyptus* forest types in Southeastern Australia. **Australian Journal of Ecology**, n. 8, p. 395-403. 1983a.

_____. Leaf consumption by insects in three Eucalyptus forest types in Southeastern Australia and their role in short-term nutrient cycling. **Oecologia**, v. 59, p. 322-330. 1983b.

OHMART, C. P. Is insect defoliation in eucalypt forests greater than that in other temperate forest? **Australian Journal of Ecology**, n. 9, p. 413-418. 1984.

PACHECO, M. R. **Estudo preliminar de estágios imaturos de Geometridae (Lepidoptera)**. 2000. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Biologia) – CCBS, UFSCar, São Carlos, 2000.

PETERSON, A. **Larvae of insects: Lepidoptera and Hymenoptera, Part II**, Columbus: Edwards Brothers. 1962. 315p.

PITKIN, L. M. Neotropical ennomine moths: a review of the genera (Lepidoptera: Geometridae). **Zoological Journal of the Linnean Society**, n. 135, p. 121-401. 2002.

PRICE, P. W. **Insect Ecology**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1975. 514p.

PRICE, P. W. et al. The abundance of insect herbivore species in the Tropics: the high local richness of rare species. **Biotropica**, v. 27, n. 4, p. 468-478. 1995.

RINDGE, F. H. Observations on the life history of *Chlorosea banksaria* Sperry (Lepidoptera: Geometridae). **Pan-Pacific Entomology**, n. 25, p. 24-26. 1949.

_____. A revision of the neotropical species of the moth genus *Glena* (Lepidoptera, Geometridae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.135, art. 3, p. 107-172. 1967.

_____. A revision of the Melanolophiini (Lepidoptera, Geometridae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 199, p. 1-148. 1990.

SALKED, E. H. A catalogue of the eggs of some Canadian Geometridae (Lepidoptera) with comments. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, n. 126, 271p. 1983.

SANTOS, J. E.; PAESE, A.; PIRES, J. S. R. **Unidades de paisagem (biótopos) do campus da UFSCar**. São Carlos: UFSCar, 1999.

SCOBLE, M. J. **The Lepidoptera: form, function and diversity**. London: Oxford Univ. Press, 1995. 404 p.

SILVA, A. G. A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Rio de Janeiro**: Ministério da Agricultura, 1968. 2 v.

STANTON, M. L. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. In: AHMAD, S. (Ed.) **Herbivorous insects: host-seeking behavior and mechanisms**. London: Academic Press, 1983. p. 125-157.

STEHR, F. W. Order Lepidoptera. In: _____. **Immature insects**. Dubuque: Kendall/Hunt Publ., 1987. p. 288-596.

WEIS, A. E.; CAMPBELL; D. R. Plant Genotype: a variable factor in insect-plant interactions, In: HUNTER, M. D.; OHGUSHI, T.; PRICE, P. W. (Eds.) **Effects of resource distribution on animal-plant interactions**. San Diego: Academic Press, 1992. p. 76-111.