

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO ESTADO DE SÃO PAULO – CAMPUS SÃO ROQUE**

Iohana Barbosa Pereira  
Omine Rodrigo Soares dos Santos

**LEPIDÓPTEROS E SUAS PLANTAS HOSPEDEIRAS: ESTUDO PRELIMINAR DA  
RELAÇÃO INSETO-PLANTA NA TRILHA PRINCIPAL DA MATA DA CÂMARA  
(SÃO ROQUE, SP)**

São Roque  
2017

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO ESTADO DE SÃO PAULO – CAMPUS SÃO ROQUE**

**LEPIDÓPTEROS E SUAS PLANTAS HOSPEDEIRAS: ESTUDO PRELIMINAR DA  
RELAÇÃO INSETO-PLANTA NA TRILHA PRINCIPAL DA MATA DA CÂMARA  
(SÃO ROQUE, SP)**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como requisito para  
obtenção de título de Licenciado em  
Ciências Biológicas sob a orientação do  
Professor Dr. Fernando Santiago dos  
Santos.

São Roque

2017

## **Agradecimentos**

Agradecemos primeiramente as nossas famílias, que sempre nos deram o apoio necessário ao longo desses anos longe de casa e foram ombros amigos nas horas difíceis.

Agradecemos ao Prof. Dr. Márcio Pereira, por todas as portas que nos abriu ao longo desses quatro anos de graduação.

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos, por nos guiar ao longo do TCC, sempre fornecendo toda a orientação necessária.

Agradecemos ao Prof. Me. Maurício de Mattos Salgado, por servir como espelho e inspiração profissional e pessoal, pelas conversas informais e acima de tudo pelas fotos de gato no Facebook.

**Resumo**

O presente trabalho objetivou: a) realizar um levantamento da lepidopterofauna da Mata da Câmara (São Roque, SP) de forma a estabelecer relação entre a presença de determinadas espécies de planta e borboletas, focando na trilha principal do local de estudo; b) realizar o levantamento de plantas hospedeiras para Lepidoptera presentes no local de estudo. Foram levantadas, ao todo, quatorze espécies de Lepidoptera e cerca de oito famílias de possíveis plantas hospedeiras, por meio de observação, coleta de material e captura de indivíduos.

**Palavras-chave:** Lepidoptera, plantas hospedeiras, Mata da Câmara, coevolução, inseto-planta;

## **Abstract**

The present work aimed to: a) carry out a survey of the lepidopterofauna of the Mata da Câmara in order to establish the relationship between the presence of certain species of plants and butterflies, focusing on the main trail of the study site; b) carry out the survey of host plants for Lepidoptera present at the study site. Fourteen species of Lepidoptera and about eight families of possible host plants were collected through observation, collection of material and capture of individuals.

**Keywords:** Lepidoptera, host plants, Mata da Câmara, coevolution, plant-insect;

## Sumário

Introdução	7
Capítulo 1 – Lepidoptera: visão geral	9
1.1 Características gerais do grupo	9
1.2 Diferenças entre mariposas e borboletas	11
1.3 Taxonomia atual de borboletas	12
Capítulo 2 – Coevolução: visão histórica	14
2.1 Interações inseto-planta	14
2.2 Interação Lepidoptera e plantas	15
2.3 Compostos secundários das plantas	15
2.3.1 Alcaloides pirrolizidínicos	16
2.3.2 Cardenólídeos	17
2.3.3 Glicosídeos cianogênicos	18
Capítulo 3 – Área de estudo: Parque Natural Municipal Mata da Câmara	19
3.1 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)	19
3.2 Bioma Mata Atlântica	21
Capítulo 4 – Metodologia do trabalho	22
Resultados	23
Considerações Finais	26
Referências	28
Apêndice A	32

## Introdução

A ordem Lepidoptera (dos vocábulos em grego: *lepido*, escama; *ptera*, asas), constituída por borboletas e mariposas, é representada no mundo por aproximadamente 150 mil espécies, das quais 19 mil são borboletas (HEPPNER, 1991 *apud* SILVA *et al*, 2013). As borboletas estão distribuídas em todo o território nacional, 2/3 delas vivendo na região de Mata Atlântica, onde muitas espécies são raras e difíceis de encontrar (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004 *apud* SILVA *et al*, 2008).

Por ter sua sistemática relativamente bem conhecida, as borboletas são objetos de investigação em diversos estudos biológicos, dentre eles: interações inseto-planta, conservação de habitats naturais, variabilidade genética em populações, biogeografia e uso como bioindicadores, entre outros (BROWN JR.; FREITAS, 1999; FREITAS *et al.*, 2006 *apud* SACKIS *et al*, 2008).

A coevolução inseto-planta, presente em diversos grupos de insetos, é muito comum entre os Lepidoptera. Algumas espécies são monófagas, ou seja, alimentam-se de uma única planta ou sendo seletivas com a planta na qual irão realizar a oviposição (postura de ovos sob a folha da planta). Portanto, necessariamente havendo a presença de uma espécie em determinado estrato de mata (arbustos, trepadeiras, árvores etc.), a planta que serve de alimentação para o indivíduo adulto, assim como a planta-hospedeira de oviposição, também será encontrada (PEREIRA *et al*, 2015).

Segundo Ehrlich e Raven (1964), citado por Janz e Nylen (1998), os padrões de associações com plantas hospedeiras foi moldado por um passo a passo do processo de coevolução no qual as plantas evoluem contra inimigos naturais, e esses inimigos, por consequência, desenvolvem novas capacidades para lidar com tais mecanismos de defesa. Com essa adaptação, os herbívoros podem predar plantas parentes, que possuem químicos semelhantes. Portanto, borboletas relacionadas tendem a se alimentar de grupos de plantas relacionados. Stahl (1888) foi o primeiro autor a sugerir que as propriedades químicas das plantas estariam envolvidas da defesa das plantas contra fitófagos (que se alimentam de plantas) (TRIGO, 1993 *apud* PEREIRA, 2015).

Interações entre insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras têm sido estudadas por um longo tempo. Muitos estudos focam principalmente na evolução destas interações, considerando aspectos como o conservantismo taxonômico na

utilização de hospedeiros (BERNAYS, 1998; JANZ *et al.*, 2001 *apud* SILVA-BRANDÃO, 2005), e se um “ponto final” dessa evolução seria uma especialização total, levando a um “beco sem saída” evolutivo (FUTUYAMA; MORENO, 1988 *apud* SILVA-BRANDÃO, 2005).

O estudo de vida das borboletas e sua interação com o meio ambiente traz diversos conhecimentos relevantes na área da ecologia, como a sua importância na polinização, na ciclagem de nutrientes, na teia alimentar e como bioindicadores, auxiliando desta forma no entendimento da dinâmica das florestas (FUNDAÇÃO JOSÉ PEDRO DE OLIVEIRA, 2013).

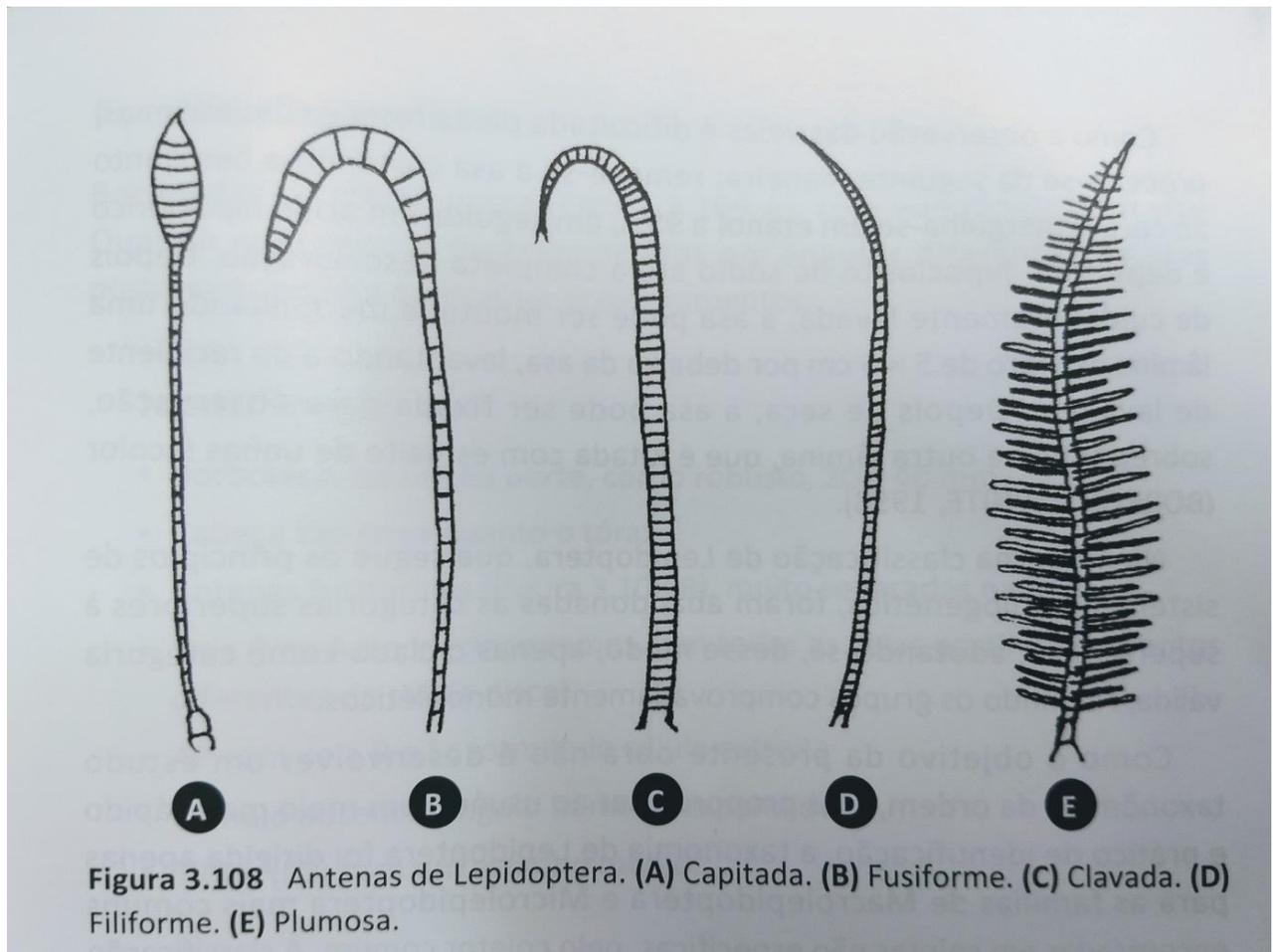
Por borboletas chamamos as espécies de seis famílias da ordem Lepidoptera, conhecidas por suas asas coloridas e seus hábitos diurnos (outros aspectos que podem caracterizar borboletas são o modo que fecham suas asas, juntando-as, ao contrário de mariposas, que costumam deixar as asas justapostas, têm geralmente cores mais vividas que as mariposas e são, em sua maioria, de hábito diurno, embora hajam borboletas crepusculares e mariposas diurnas, as antenas das borboletas são geralmente longas e de aparência lisa, enquanto as das mariposas são curtas e com estruturas que lembram pelos, com aspecto de plumas). Apesar de não proverem serviços ecossistêmicos evidentes, trabalhos recentes mostram que assembleias de borboletas tropicais mudam sua estrutura e composição como resposta a fragmentação, perda de habitat, efeito de borda entre diversos outros tipos de perturbação (DEVRIES *et al.* 1997; RAMOS, 2000; BARLOW *et al.*, 2007; UEHARA-PRADO *et al.*, 2007; UEHARA-PRADO; FREITAS, 2009 *apud* FREITAS 2010), portanto um levantamento sobre as espécies presentes e suas plantas hospedeiras, pode fornecer subsídio científico para a conservação da Mata da Câmara.

## Capítulo 1 – Lepidoptera: visão geral

### 1.1 Características gerais do grupo

A ordem Lepidoptera possui 146.277 espécies descritas e 255.000 estimadas no mundo (HEPPNER, 1991), sendo constituída por borboletas (13%) e mariposas (87%) (BROWN; FREITAS, 1999 *apud* LEMES *et al*, 2008). Representam aproximadamente 20% da classe Insecta, na qual estão inseridas. Como todos os insetos, apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome; possuem ainda um par de antenas, três pares de patas e dois pares de asas membranosas, que como o nome do grupo indica, é recoberta de escamas coloridas, sendo, em geral, o par superior maior em tamanho que o inferior. Essas escamas conferem os diferentes padrões de cada espécie e recobrem também o corpo e apêndices do indivíduo, além das asas. Segundo Carrano-Moreira (2015), a configuração da venação alar, ou seja das veias presentes nas asas, são muito importantes para a sua classificação.

As antenas podem se apresentar clavadas, filiformes, fusiformes, estiliformes ou pectinadas (figura 1) e podem ser utilizadas para diferenciação tanto de espécies, quanto características sexuais, já que é encontrado dimorfismo sexual nesse grupo.



**Figura 3.108** Antenas de Lepidoptera. (A) Capitada. (B) Fusiforme. (C) Clavada. (D) Filiforme. (E) Plumosa.

Figura 1. Antenas de Lepidoptera. Fonte: CARRANO-MOREIRA.

A ordem Lepidoptera agrupa animais com desenvolvimento holometábolo, ou seja, passam por quatro estágios distintos e bem definidos durante a vida, com metamorfose completa. São eles: ovo, larva, pupa e imago.

A oviposição geralmente acontece na planta-alimento do indivíduo no estágio larval e pode ser uma postura isolada ou gregária (vários ovos juntos).

Apresentam na forma larval do tipo eruciforme (popularmente conhecida como lagarta), aparelho bucal mastigador, pois se alimentam de folhas e mais raramente, podem se alimentar de outras larvas, das quais retiram e armazenam nutrientes para a manutenção na forma de crisálida, assim como substâncias secundárias para dificultar predação na fase adulta.

A fase larval dos lepidópteros é potencial praga na agricultura, já que muitas lagartas se alimentam de cultivares de interesse comercial. As lagartas apresentam diversos mecanismos de defesa, podendo ser cores aposemáticas ou miméticas, cerdas urticantes pelo corpo ou ainda estruturas destinadas à liberar odores tóxicos, dificultando sua predação.

Na forma de pupa, ou crisálida, o indivíduo se fixa sob uma superfície, comumente pendurada, e é envolvido por secreções do corpo do animal ou materiais encontrados no meio que se consolidam em um casulo. Nessa fase, o animal não se alimenta e passa por uma metamorfose completa, dando origem à forma adulta.

Os animais adultos (imago) apresentam aparelho bucal sugador maxilar, chamado de espirotromba, utilizado para se alimentar do néctar floral, pólen, líquidos de frutos fermentados, resinas vegetais, excretas e em alguns casos, podem ser hematófagos, como cita Camargo (2015). Quando na posição de repouso, essa estrutura, composta das gáleas das maxilas justapostas, permanece enrolada em espiral sob a cabeça, que se estende durante a alimentação.

No entanto, certos adultos não se alimentam e consomem reservas acumuladas no estágio larval (CAMARGO *et al.*, 2015 *apud* SOUSA) e seu aparelho bucal é atrofiado.

## **1.2 Diferenças entre mariposas e borboletas**

Mariposas e Borboletas são convencionalmente divididas em dois grupos informais, o Heterocera e Rhopalocera, respectivamente. Essa divisão didática facilita o estudo, porém não leva em conta características filogenéticas, portanto apesar de serem termos amplamente utilizados, não possuem valor taxonômico.

Podemos diferenciar mariposas e borboletas, além dos aspectos morfológicos, como tipo de antena e presença/ausência de frênulo, pelos seus aspectos comportamentais, como o posicionamento das asas durante o repouso ou mesmo qual horário do dia tem sua maior atividade (Tabela 1).

Segundo Lima (1950), algumas mariposas possuem uma estrutura vestigial na asa denominada frênulo, que está ausente nas borboletas.

O termo popular borboleta refere-se àqueles lepidópteros de hábitos diurnos e crepusculares, com representantes distribuídos em seis famílias: Hesperiiidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae (Wahlberg *et al.* 2005 *apud* Sackis), enquanto mariposas costumam ter hábitos noturnos e crepusculares.

Ao pousar, borboletas mantêm as asas eretas atrás do corpo e justapostas, enquanto as mariposas costumam manter suas asas abaixadas horizontalmente, lado a lado. As antenas de mariposas podem ser lisas, semelhantes a fios (filiformes) ou apresentar pelos e plumas (plumosas), enquanto as borboletas

apresentam antenas clavadas, que lembram clavas. Quanto a coloração, borboletas possuem cores bem vividas e variadas, enquanto mariposas costumam apresentar cores opacas, embora haja exceções. O corpo das borboletas é esguio e com poucas cerdas, já as mariposas apresentam o corpo robusto com a presença de muitas cerdas (SOUSA, s.d)

Tabela 1. Principais diferenças entre borboletas e mariposas, baseado no quadro de Sousa (site oficial EMBRAPA).

Diferença	Borboleta	Mariposa
Vôo	Diurno	Noturno
Antena	Clavada	Filiformes ou plumosas
Posição das asas em repouso	Fechadas verticalmente	Estendidas horizontalmente
Corpo e cerdas	Corpo fino e sem/com poucas cerdas	Corpo robusto com muitas cerdas
Cores das asas	Vívidas, variadas	Opacas (há exceções)

### 1.3 Taxonomia atual de borboletas

A classificação dos lepidópteros vem sofrendo constantes modificações e recentemente foram reconhecidas 124 famílias de Lepidoptera (52 delas com classificação de subfamílias), reunidas em 47 superfamílias (Kristensen *et al.* 2007 *apud* Lepesqueur, 2012).

As borboletas, especificamente, estão inseridas nas superfamília Papilionoidea, que abrange as famílias Papilionidae (Latreille, 1802), Nymphalidae (Swainson, 1827), Pieridae (Duponchel, 1835), Lycaenidae (Leach, 1815) e Riodinidae (Grote, 1895), e na superfamília Hesperioidea, que contém apenas uma família, Hesperidae (Latreille).

#### Família Papilionidae

Comuns por apresentarem prolongamentos nas asas posteriores e serem de grande porte, com cores vistosas.

### **Família Nymphalidae**

Devido a redução do primeiro par de pernas, são conhecidas como “borboletas de quatro pernas”. Suas antenas apresentam escamas. Podem ser de pequeno ou médio porte e apresentam cores muito variadas.

### **Família Pieridae**

Muitas espécies são pragas de hortaliças de interesse comercial. As asas são de cores alaranjadas, amarelas ou brancas, algumas têm forte dimorfismo sexual.

### **Família Lycaenidae**

As borboletas dessa família apresentam cores verde ou azul metalizado. Segundo Duarte (2012), os hábitos alimentares desse grupo são os mais incomuns dentre a ordem, sendo as lagartas encontradas em líquens, algas, fungos e até espécies carnívoras.

### **Família Hesperidae**

Borboletas de médio porte, com voo rápido e incerto. Quando em repouso mantém as asas em ângulos diferentes (CARRANO-MOREIRA, 2015). Suas antenas são fusiformes e o frênulo está ausente.

## **Capítulo 2 – Coevolução: visão histórica**

Todos os organismos existentes estabelecem relações entre si. Esses relacionamentos podem ser harmônicos, isto é, benéficos para ambos os lados, ou desarmônicos, onde uma das espécies é prejudicada por essa interação. Essas interações são manifestadas devido a indivíduos que compartilham recursos, condições ou mesmo estão presentes no ciclo de vida do outro. Considerando que as espécies sempre interagem umas com as outras, todos os casos em que duas ou mais espécies afetam reciprocamente os desenvolvimentos é chamado de coevolução.

A coevolução envolve a seleção natural recíproca entre dois ou mais grupos de organismos com relação íntima, mas sem troca de informação genética entre os grupos, ou seja, sem intercorrências (Ehrlich & Raven 1965 apud Guglielmini *et al*, 2007).

A coevolução pode ser comparada a uma corrida armamentista evolutiva, onde todos os envolvidos estão criando continuamente novos métodos e mecanismos de proteção para superar as barreiras impostas por outras espécies. Em resumo, enquanto este relacionamento se estreita, as plantas tornam-se mais tóxicas e os insetos mais especializados.

### **2.1 Interações inseto-planta**

A interação inseto-planta é um exemplo clássico de coevolução. Insetos e plantas apresentam relações harmônicas. Nos ecossistemas naturais, plantas e insetos são apenas alguns dos organismos vivos que estão interagindo continuamente de forma complexa. Estes dois organismos estão intimamente associados, uma vez que os insetos têm várias atividades benéficas, incluindo defesa e polinização, enquanto as plantas fornecem abrigo, sítios de oviposição e alimentos, os três principais fatores solicitados para a proliferação de insetos (PANDA e KHUSH, 1995 *apud* MELLO e SILVA-FILHO, 2002).

As plantas desenvolveram diferentes mecanismos para reduzir o ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes caminhos metabólicos que alteram consideravelmente seus aspectos químicos e físicos. Por outro lado, os insetos desenvolveram várias estratégias para superar as barreiras de defesa das

plantas, permitindo que eles se alimentem, cresçam e se reproduzam em suas plantas hospedeiras (MELLO e SILVA-FILHO, 2002).

A interação planta-inseto é submetida a variações e mudanças contínuas, como um sistema dinâmico.

## **2.2 Interação Lepidoptera e plantas**

A ordem Lepidoptera é conhecida por vários casos de coevolução específica, isto é, a mudança evolutiva recíproca que ocorre entre pares (espécies com espécies), especialmente na oviposição (planta de escolha onde coloca ovos) e alimentação no período larval.

A borboleta monarca (*Danaus plexippus*) é um exemplo claro dessa interação, que realiza a oviposição apenas em plantas da família Asclepiadaceae (TRIGO, 2000). As plantas desta família desenvolveram toxinas e látex viscoso de seus compostos secundários tornando-se tóxicos para a maioria dos vertebrados, no entanto, essas borboletas não são afetadas por esses compostos ou são capazes de neutralizá-lo. Mesmo as Monarcas podem ser adversamente afetadas pelo látex viscoso, pois pode aderir à peça bucal, fazendo com que ela morra por inanição. As lagartas deste gênero cortam a base da folha da planta, interrompendo o fluxo de látex, impedindo-o de subsequente afetá-los durante a alimentação. Esta foi uma estratégia que a lagarta desenvolveu para superar uma barreira imposta pela planta hospedeira.

## **2.3 Compostos secundários das plantas**

As plantas produzem produtos químicos para fins de defesa de duas maneiras diferentes; primeiro, como substâncias constitutivas para repelir herbívoros através de toxicidade direta ou reduzindo a digestibilidade dos tecidos vegetais e segundo, como substâncias induzíveis sintetizadas em resposta ao dano tecidual por herbívoros (MELLO e SILVA-FILHO, 2002).

Esses compostos geralmente são voláteis, o que permite a identificação de plantas desagradáveis a tais herbívoros, a exceção são insetos especializados adaptados que desenvolveram mecanismos que utilizam esses compostos como atraentes.

No entanto, os níveis de compostos voláteis são aumentados quando há uma ferida na folha causada pelas lagartas, diminuindo as chances de predação por outros herbívoros, o que pode ser interpretado como benéfico para a planta.

A seleção natural atua de forma a sincronizar ciclos de vida de insetos e plantas. Então, os insetos podem se alimentar, crescer e se reproduzir quando as plantas estão crescendo ativamente e representam uma fonte adequada de nutrientes e abrigo. Se a qualidade da dieta muda, os insetos têm a capacidade de superar esta situação usando diferentes partes da planta, aumentando a taxa de consumo (SLANSKY e WEELER, 1989 *apud* MELLO e SILVA-FILHO, 2002).

Segundo Nishida (2002), lepidópteros sequestram metabólitos secundários (Tabela 2) das plantas como terpenos, fenóis e muitos compostos nitrogenados para usá-los como toxinas, se tornarem impalatáveis a predadores, ou mesmo como feromônios.

Tabela 2. Organização dos compostos secundários relevantes ao estudo, suas funções e referências, adaptado de MELLO e SILVA-FILHO (2002).

Classe/subclasse	Função	Referência
Glicosídeos cianogênicos	tóxico	Panda and Khush (1995)
Terpenoides (monoterpenoides, iridoides, sesquiterpenoides, diterpenoides, triterpenoides)	tóxicos, antibioticos, dissuadores de alimentação, dissuadores de oviposição	Nishida (2002)
Alcalóides	tóxicos, interferentes do sistema nervoso, inibidores de enzimas digestivas, inibidor de glucosidase, dissuador de alimentação	Panda e Khush (1995)

### 2.3.1 Alcaloides pirrolizidínicos

Os alcaloides constituem um vasto grupo de metabólitos com grande diversidade estrutural. Em geral, são substâncias nitrogenadas, de origem vegetal, de caráter alcalino e são encontrados principalmente em angiospermas (FISCHER, 2016).

Alcaloides pirrolizidínicos são os mais estudados quando se trata de compostos defensivos encontrados em insetos, especialmente em lepidópteros. Esta classe de alcaloides são encontradas principalmente em plantas das famílias Asteraceae, Boraginaceae, Fabaceae, Apocynaceae e Orchidaceae (TRIGO, 2000).

Larvas de Nymphalidae se alimentam predominantemente por plantas da família Solanaceae, este é um dos exemplos mais claros de coevolução entre grupos. Segundo Drummond (1986), o processo coevolutivo iniciou-se a partir de respostas adaptativas das lepidópteras primitivas e com o passar do tempo foram selecionados indivíduos que possuíam a capacidade de tolerar os alcaloides das solanáceas e também associavam as mais diversas formas químicas que estes compostos apresentam. Com a ingestão destes compostos, os indivíduos tornam-se impalatáveis, a percepção dos predadores registra que o grupo não é uma fonte apreciada e com isso acaba desistindo de predação das demais larvas. Nos indivíduos adultos de *Ithomiinae* o processo torna-se um pouco mais complexo. Sua fonte de obtenção de alcaloides pode vir não somente das solanáceas, mas das mais variadas fontes, como boraginaceae e o néctar de flores de algumas asteráceas.

Outra função importante dos alcaloides para os indivíduos adultos é na questão reprodutiva. Os machos do grupo *Ithomiinae* coletam alcaloides e estes são utilizados como precursores de feromônios sexuais (DRUMMOND, 1986).

A biossíntese dos alcaloides pirrolizidínicos tem início nas raízes da planta, são formados precursores e estes são transportados para as estruturas superiores, como as folhas e flores, onde sofrem alterações moleculares, originando os compostos de defesa (MACEL *et al.*, 2004).

### **2.3.2 Cardenólídeos**

Cardenólídeos configuram outra classe de compostos de defesa presentes em insetos, sendo bem estudados principalmente em lepidópteras. Sua via metabólica ainda é desconhecida, sabe-se que inicialmente, moléculas de colesterol e de  $\beta$ -sistosterol são metabolizados nas plantas em pregnenolona, progesterona e então em cardenólídeos (TRIGO, 2000).

A presença de cardenólídeos em borboletas se mostrou efetiva contra a predação por aves. Quando as aves estão intoxicadas por ingestão de indivíduos adultos que tiveram sua origem em plantas com grandes quantidades de cardenólídeos, como *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), o principal efeito é o

vômito repetidas vezes (TRIGO, 2000). Isto acontece devido a ação neurológica que ativa centros nervosos no cérebro dos vertebrados, induzindo ao vômito e paradas cardíacas (GUREVITCH, *et al.*, 2009).

Fatores relacionados a coevolução podem ser relacionados a coevolução. Malcon e Zalucki (1996, *apud* GUREVITCH *et al.*, 2009) observaram que indivíduos de asclépias quando atacados pelas larvas de monarca, aumentavam rapidamente as concentrações de cardenólídeos e logo após havia uma queda brusca no nível destes compostos. Este mecanismo visa eliminar larvas em estágios iniciais ou mais sensíveis aos efeitos cardenólídeos, porém o aumento repentino destes compostos reduz seu estoque, favorecendo larvas em estágios mais avançados.

### **2.3.3 Glicosídeos cianogênicos**

Nas plantas, o ácido cianídrico (HCN) encontra-se ligado a carboidratos denominados de glicosídeos cianogênicos, estes são liberados após a decomposição proveniente ao rompimento dos tecidos. O cianeto inibe o citocromo c oxidase na mitocôndria paralisando a cadeia de transporte de elétrons. O processo de síntese de ATP é prejudicado e há morte celular (TAIZ, *et al.*, 2017).

Os glicosídeos cianogênicos têm sido encontrados em plantas de algumas famílias, entre elas: as Rosaceae, Leguminosae, Gramíneae, Araceae, Passifloraceae e Euforbiceae (AMORIM, *et al.*, 2006).

Borboletas do gênero *Heliconius* utilizam plantas da espécie *Passiflora* como fonte de alimentação para suas larvas. Isto as tornam impalatáveis para predadores vertebrados, como no caso das borboletas *Danaus*, porém as ações destes compostos contra predadores ainda são pouco conhecidas (TRIGO, 2000).

### Capítulo 3 – Área de estudo: Parque Natural Municipal Mata da Câmara

O estudo foi realizado no Parque Natural Municipal Mata da Câmara (Figura 2), situado no perímetro urbano da Estância Turística de São Roque, estado de São Paulo, com as coordenadas geográficas 23°31'26"S e 47°06'45" (CARDOSO-LEITE, 1995). O clima da região de São Roque, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cfb, isto é, mesotérmico úmido. A temperatura média anual é de 18° C, em estações quentes a média chega a 22°, e nas estações frias a média é de 14° podendo ocorrer geadas, em média até duas vezes ao ano. A precipitação anual é em média de 1.100 a 1.400 mm, com a umidade relativa do ar em 72% (SETZER, 1966). A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (BRASIL, 1992; RIZZINI, 1979).



Figura 2 - Parque Natural Mata da Câmara Fonte: Google Earth (ESCANHOELA, 2014).

Com uma extensão aproximada de 128 hectares, é possível encontrar uma grande variedade de espécies vegetais e animais, que possuem o local como seu habitat, porém os problemas da fragmentação podem acarretar na perda de diversidade biológica.

#### 3.1 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

A Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que define regras e normas para a criação,

implantação e gestão das Unidades de Conservação. As unidades podem ser divididas em dois grupos: Unidades de Uso Sustentável e Unidades de Proteção Integral (Tabela 3), cada uma com suas regras e características específicas, considerando os seus aspectos naturais e culturais.

O decreto de lei que criou Mata da Câmara enquadra-a como Unidade de Proteção Integral, inicialmente como uma Estação Ecológica em 1982 e em 1999 foi transformada em Parque Natural Municipal.

O Parque Natural tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. É de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas. (BRASIL, 2010).

Tabela 3. Características das UCs.

	<b>Estação Ecológica</b>	<b>Reserva Biológica</b>	<b>Parque Nacional</b>	<b>Monumento Natural</b>	<b>Refúgio da Vida Silvestre</b>
Objetivos principais além da conservação	Pesquisa	Pesquisa e educação	Pesquisa e educação	Conservação de beleza cênica, pesquisa e Educação.	Pesquisa e educação.
Posse das terras	Pública	Pública	Pública	Pública e privada	Pública e Privada
Processo de regularização inclui desapropriações de terra?	Sim	Sim	Sim	Não obrigatoriamente	Não obrigatoriamente

### **3.2 Bioma Mata Atlântica**

A Mata da Câmara é um fragmento de Mata Atlântica, um dos biomas de maior diversidade do planeta e também um dos mais ameaçados pelas ações antrópicas, contando com apenas 8% de sua cobertura original (KLEIN et. al., 2005).

Segundo Primack e Rodrigues (2001, *apud* LEITE e RODRIGUES, 2008), a diversidade biológica de um fragmento está ligada ao seu tamanho e formato. Também deve-se considerar as condições locais e o histórico de perturbação da área (PARKER e PICKET, *apud* LEITE e RODRIGUES, 2008).

O parque também visa preservar as nascentes e corpos d'água no local, que são protegidas pela lei 12.651/12 por se tratarem de Áreas de Preservação Permanente (ESCANHOELA, 2014).

## Capítulo 4 – Metodologia do trabalho

Foram realizadas visitas semanais à Mata da Câmara de março à outubro para identificação das plantas hospedeiras por meio de registro fotográfico e amostras de folhas para identificação. Os indivíduos de Lepidoptera são rotineiramente identificados por meio de captura com puçá (rede entomológica) e registro fotográfico, posteriormente, devolvidos ao ambiente.

O registro fotográfico é realizado por câmera fotográfica e do posicionamento do indivíduo com as mãos. São tiradas diversas fotos, de modo que todas as estruturas sejam visíveis e seja possível identificar adequadamente a espécie tratada, tanto dos lepidópteros quanto das plantas hospedeiras.

Há ainda a coleta de folha das plantas possivelmente hospedeiras que apresentam danos por larva de lepidópteros, para uma melhor identificação em laboratório posteriormente e a realização do registro fotográfico. São tiradas fotos também da planta por completo.

As trilhas a serem percorridas na Mata da Câmara correspondem a uma trilha principal subdividida em quatro áreas distintas ou pontos de coletas que são determinadas principalmente por sua diversidade botânica, denominadas: Entrada, Cerca, Bosque e Riacho (MOURA, 2016). As visitas são realizadas principalmente no período da manhã, das 8h às 11h, devido aos hábitos dos lepidópteros e o tempo necessário para percorrer a trilha. Foram realizadas visitas ao longo do ano, em diferentes estações, podendo dessa forma haver variações dentre os indivíduos mais visualizados e/ou capturados.

Para identificação foram utilizados guias e levantamentos de borboletas da Mata Atlântica (ICMBIO, 2011; UEHARA-PRADO *et al*, 2004; SANTOS, 2010), bases de dados online oficiais como o Lepidoptera Brasiliensis, além de auxílio por meio eletrônico do Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas. Para a identificação das plantas hospedeiras, foi recorrida a ajuda do próprio orientador do projeto, o Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos.

## Resultados

Foram observadas ao todo quatorze espécies de borboletas, em sua maioria das famílias Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae, e aproximadamente dez espécies de plantas possivelmente hospedeiras, de oito famílias diferentes (Tabela 4).

Tabela 4. Relação de espécies de borboletas e famílias de plantas possivelmente hospedeiras inventariadas.

Família de Lepidoptera	Gênero/Espécie Lepidoptera	Possível família de planta hospedeira
Nymphalidae	<i>Epityches eupompe</i>	Não identificado
	<i>Episcada carcinia</i>	Não identificado
	<i>Oleria aquata</i>	Não identificado
	<i>Mechanitis</i> spp.	Solanaceae
	<i>Placidina euryanassa</i>	Solanaceae
	<i>Methona themisto</i>	Solanaceae
	<i>Morpho</i> sp.	Diversos
	<i>Aeria olena</i>	Solanaceae
	<i>Diaethria clymena</i> ssp.	Ulmaceae
	<i>Pseudoscada erruca</i>	Solanaceae
<i>Hypothyris euclea</i>	Solanaceae	
Papilionidae	<i>Heraclides</i> spp.	Rutaceae
	<i>Pterourus scamander</i>	Lauraceae

---

A identificação das borboletas foi realizada a partir de observação direta e registros fotográficos.

Podemos citar entre as borboletas observadas: *Hamadryas februa* (Nymphalidae), *Epityches eupompe* (Nymphalidae), *Episcada carcinia* (Nymphalidae), *Hypothyris euclea* (Nymphalidae), *Oleria aquata* (Nymphalidae), *Marpesia petreus* (Nymphalidae), *Mechanitis* spp. (Nymphalidae), *Placidina euryanassa* (Nymphalidae), *Methona themisto* (Nymphalidae), *Morpho* sp. (Nymphalidae), *Aeria olena* (Nymphalidae), *Pseudoscada erruca* (Nymphalidae), *Diaethria clymena* (Nymphalidae), *Heraclides* spp. (Papilionidae), *Pterourus scamander* (Papilionidae), e por fim, *Pyrisitia nise* (Pieridae). Algumas dessas espécies, por não terem sido capturadas para identificação definitiva, não foram incluídas no quadro final.

Segundo Brown e Freitas (2004), aproximadamente 350 das 550 espécies de Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (“NPP”), são exclusivas ou apresentam parte da área de ocorrência na Mata Atlântica *strictu sensu*. As borboletas dessas famílias estão entre as mais estudadas, são relativamente fáceis de reconhecer no campo, e portanto são mais úteis na elaboração de inventários locais não destrutivos, como é o intuito do estudo.

As borboletas do gênero *Mechanitis* demonstram padrões sazonais na dinâmica populacional. Como afirma Vasconcellos-Neto (1986), a reprodução e crescimento da população se dá na estação chuvosa e cessa no período mais seco (julho à agosto). Esse fato foi confirmado durante o estudo, uma vez que no período de março à abril foi possível o avistamento de indivíduos deste gênero de borboleta, porém nos meses seguintes, os avistamentos praticamente cessaram.

Nenhuma espécie das famílias Lycaenidae e Riodinidae foi considerada constante no presente estudo e isso pode estar relacionado ao período relativamente curto de amostragem e também à conhecida dificuldade de amostragem dessas famílias (BROWN JR. 1992, BROWN JR. & FREITAS 1999 *apud* SACKIS, 2008).

Entre as plantas possivelmente hospedeiras, temos registro de aproximadamente dez espécies, divididas em oito famílias: Asteraceae, Piperaceae,

Melastomataceae, Solanaceae, Smilacaceae, Passifloraceae, Malvaceae, Ulmaceae. A maioria das plantas foi identificada até o nível de família.

Foi encontrada a planta *Solanum lycocarpum*, comumente conhecida como lobeira. Esta planta pertence à família Solanaceae que é conhecida por sua íntima relação como hospedeira de lepidoptera por conter compostos secundários tóxicos, como alcaloides, importante para proteção do animal na fase larval.

Estudos sobre Solanaceae apontam que o florescimento ocorre majoritariamente durante o período de menor densidade populacional de Ithomiinae, que sugere que a fenologia da planta hospedeira pode ser determinada também pela pressão seletiva de herbivoria (VASCONCELLOS-NETO, 1986).

A planta *Acnistus arborescens*, ou fruta-de-sabiá, é amplamente reconhecida em bibliografia como planta-hospedeira da borboleta *Hypothyris euclea*, ambas inventariadas durante o estudo.

*Trema micrantha*, também conhecida como Grandiúva d'anta, que serve como hospedeira para a borboleta da família Nymphalidae, *Diaethria clymena*.

Vasconcellos-Neto (1986) aponta que embora a maioria das Ithomiinae ovipositem em Solanaceae, que condiz com as plantas levantadas, o gênero *Aeria*, inventariada no projeto, está associada com Apocynaceae e plantas do gênero *Hyposcada*.

Foram observadas alguns indivíduos de *Passiflora* sp., provavelmente *Passiflora edulis*, por ser mais comum como hospedeiro de Lepidoptera.

Podemos citar ainda diversas espécies do gênero *Mikania* da família Asteraceae, que foram encontradas ao longo da trilha. Esse gênero é citado na literatura como planta hospedeira de diversas borboletas generalistas e muito utilizada como fonte de néctar.

Por último, *Smilax campestris*, nome comum salsaparrilha, utilizado como hospedeira para algumas lepidópteras, porém mais seguramente, nesse caso, como fonte de néctar, uma vez que foi encontrada em algumas clareiras, com grande atividade de indivíduos adultos.

## Considerações Finais

Como esperado, levando-se em conta outros estudos sobre a lepidopterofauna do bioma Mata Atlântica, a maioria das borboletas registradas pertencem às famílias Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae, uma vez que muitas espécies são exclusivas desse bioma. As espécies e suas respectivas hospedeiras inventariadas pelo presente estudo condizem com a literatura consultada.

Parte das espécies de plantas encontradas, apesar de não serem utilizadas como hospedeiras exclusivas por borboletas, são fontes de alimento ou de oviposição de espécies generalistas.

De modo geral, a maioria das plantas identificadas com correspondência direta como hospedeira de Lepidoptera se tratam de espécies da família Solanaceae, uma vez que são as relações mais estudadas, principalmente na sua interação com a família Nymphalidae.

No entanto, para muitas espécies ainda existe pouca ou nenhuma informação sobre aspectos tão gerais como ciclo de vida, plantas hospedeiras, morfologia, sistemática, ecologia química, comportamento, ecologia de populações e uso do habitat. (UEHARA-PRADO *et al*, 2004).

Estudos como o levantamento em questão, fornecem subsídio científico para a conservação de áreas naturais, através das informações acerca das relações interespecíficas estabelecidas no local.

Borboletas são muito utilizadas em estudos sobre conservação de habitats degradados porque necessitam de plantas e habitats específicos para a sua sobrevivência, e por essa razão são especialmente vulneráveis à degradação ambiental, respondendo rapidamente às mudanças na vegetação e no clima (ARAÚJO, 2009), portanto, podem fornecer informações relevantes sobre o grau de conservação do Parque Natural da Mata da Câmara.

As modificações humanas na paisagem e o processo de urbanização têm levado à destruição, fragmentação e ao isolamento de habitats naturais, com consequente prejuízo para a biodiversidade (Fahrig 2003) e aumentando a importância das áreas remanescentes como refúgio para a fauna e flora (SACKIS, 2008).

Segundo Freitas (2004), o monitoramento das populações e comunidades das espécies de borboletas ao longo do tempo pode fornecer informações

importantes para que medidas sejam tomadas antes que os efeitos da perturbação ambiental sejam irreversíveis.

Segundo Sackis (2008), há grande diferença entre o esforço amostral empregado em trabalhos preliminares daquele realizado pelos demais lepidopterologistas consultados, os quais apresentam resultados derivados de vários anos e diferentes métodos de amostragem.

Por se tratar de um estudo introdutório sobre as espécies presentes na Mata da Câmara, pode-se sugerir estudos focados em outros temas ou que trabalhem outras metodologias. Assim como estudos de outras interações inseto-planta, com o objetivo de mapear as relações interespecíficas.

## Referências

AMORIM, S. L; MEDEIROS, R. M. T; RIETCORREA, F. **Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil.** Ciência Animal, pág. 17-26, 2006.

ARAÚJO, P. Borboletas **Como Bioindicadoras Do Estado De Conservação De Uma Área De Reserva Legal - Patrocínio/Mg**, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Roteiro para Criação de Unidades de Conservação Municipais.** Brasília, 2010. Disponível em <[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2016/UCs/Roteiro\\_para\\_UCs\\_Municipais\\_-\\_MMA.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2016/UCs/Roteiro_para_UCs_Municipais_-_MMA.pdf) > Acesso em: 20 de novembro de 2017.

CARRANO-MOREIRA, A. **Insetos: Manual de Coleta e Identificação.** 2. ed. Technical Books. Rio de Janeiro, 2015.

DRUMMOND, B. A. **Coevolution of Ithomiine butterflies solanaceous plants.** 1986

ERLICH, P; RAVEN; P. **Butterflies and plants: A study in coevolution.** California, 1964. (Souza, SOUZA, & Souza, s.d.)

FREITAS, A. V. L. **Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. Biota Neotrop.**, v. 10, n. 4, p. 53-58, 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00810042010>>. Acesso em: 21 de março de 2017.

FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, J. O. **Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio, 2011.** 124 p. (Série Espécies Ameaçadas ; 13) Brasília, 2011.

FREITAS, A. V. L; VENTRESS, G. **Iracambi Mata Atlântica-Brasil.** Minas Gerais, agosto, 2008.

GUGLIELMINI, A; GHERSA, C; SATORRE, E. **Co-evolution of domesticated crops and associated weeds**. Buenos Aires, 2007.

GUREVITCH, J; SCHEINER, S. M; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2. Ed. Artmed. 2009.

JANZ, N; NYLEN, S. **Butterflies and Plants: A Phylogenetic Study**. *Evolution*, v. 52, n. 2, p. 486-502, 1998.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico: Fundo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.  
LEMES, R; RITTER, C. D; MORAES, A. B. B. **Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil**. *Revista Biotemas*, 21 (4), dezembro de 2008.

MACEL, M.; VRIELING, K.; KLINKHAMER, P. G. L. **Variation in pyrrolizidine alkaloid patterns of *Senecio jacobaea***. *Phytochemistry*, Oxford, v. 65, n. 7, p. 865-873, 2004.

MELLO, M; SILVA-FILHO, M. **Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms**. Piracicaba, 2002.

MOURA, S. L. **Elaboração de carpoteca e sementoteca com frutos e sementes coletados no Parque Natural Municipal Mata da Câmara (São Roque, SP). Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Gestão Ambiental)**. São Roque: IFSP, 2016.

NISHIDA, R. **Sequestration of defensive substances from plants by lepidoptera**. *Annu. Rev. Entomol.* 47:57-92. 2002.

PEREIRA, I. **Implementação do Borboletário no IFSP campus São Roque e estudo da interação inseto-planta**. São Roque, SP: Material apostilado, 2015.

PEREIRA, I; MENEZES, S; MORAES, R. **Implementação do Borboletário +Legal**

no IFSP *campus* São Roque-SP com espécies nativas de Lepidoptera. São Roque: Material Apostilado, 2015.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Hucitec- Edusp, São Paulo. 1979.

SACKIS, G. D; MORAIS, A. B. B; **Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. Biota Neotrop.**, v. 8, n.1, Campinas Jan./Mar. 2008.

SANTOS, J. P. **Guia de borboletas frugívoras das florestas ombrófilas densa e mista do Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Ciências Biológicas)**. Porto Alegre, 2010.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí e Centrais Elétricas de Estado de São Paulo**. São Paulo, 1966.

SILVA-BRANDÃO, K. **Interações evolutivas entre borboletas da tribo Troiadini (Papilionidae, Papilioninae) e suas plantas hospedeiras no gênero *Aristolochia* (Aristolochiaceae)**. **Dissertação (Mestrado em Biologia - Ecologia)** Campinas, abril de 2005.

SOUSA, E. S. (s.d.). **Borboletas e Mariposas**. Agência de Informação Embrapa Bioma Cerrado. Fonte: EMBRAPA. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_81\\_911200585235.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_81_911200585235.html)> Acesso em out. 2017

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Artmed. 2017.

TRIGO, J. **The Chemistry of Antipredator Defense by Secondary Compounds in Neotropical Lepidoptera: Facts, Perspectives and Caveats**. Campinas, 2000.

UEHARA-PRADO, M; FREITAS, A. V. L; CONSTANTINO, P. A. L; SANTOS, J. P. **Guia de identificação de tribos de Borboletas frugívoras, Mata Atlântica, Sul. Monitoramento de Diversidade, ICMBio.** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

UEHARA-PRADO, M; FREITAS, A. V. L; CONSTANTINO, P. A. L; SANTOS, J. P. **Guia de identificação de tribos de Borboletas frugívoras, Mata Atlântica, Norte. Monitoramento de Diversidade, ICMBio.** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

UEHARA-PRADO, M; FREITAS, A. V. L; FRANCINI, R. B; BROWN, K. **Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia-SP. Biota Neotropica**, v. 1, n.1, p. 1-9, 2004.

VASCONCELLOS-NETO, J. **Interactions Between Ithomiinae (Lepidoptera:Nymphalidae) and Solanacea.** Unicamp, 1986.

## Apêndice A

Esse apêndice apresenta imagens registradas em campo pelos pesquisadores e se referem aos indivíduos citados na tabela 4.



Figura 3. *Pseudoscada erruca*. Fonte: os autores.



Figura 4. *Pseudoscada erruca*. Fonte: os autores.



Figura 5. *Pseudoscada erruca*. Fonte: os autores.



Figura 6. *Aeria olena*. Fonte: os autores.



Figura 7. *Hypothyris euclea laphria*. Fonte: os autores.

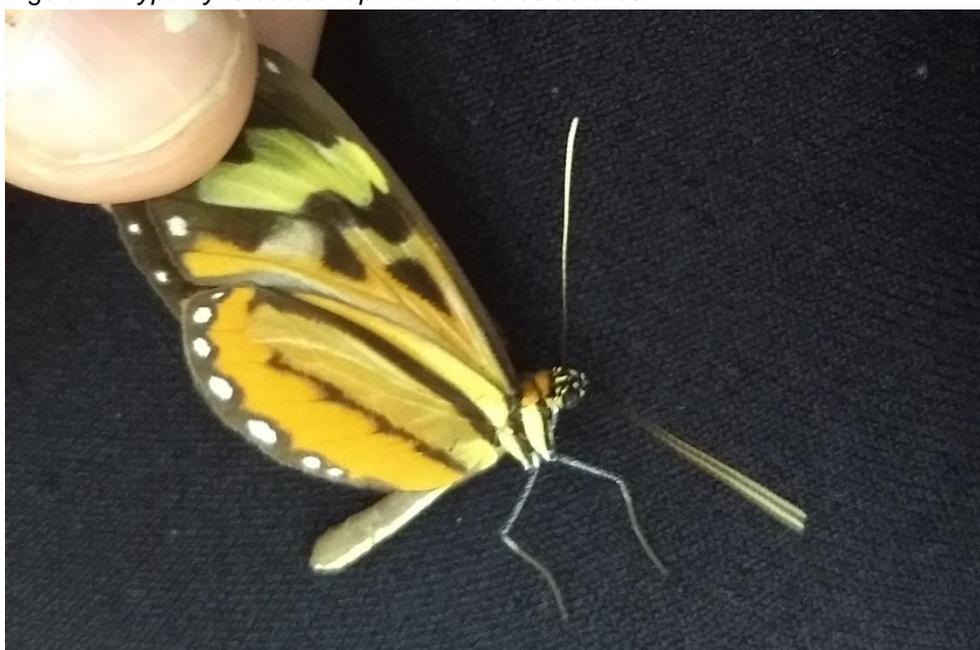


Figura 8. *Hypothyris euclea laphria*. Fonte: os autores.



Figura 9. *Hypothyris euclea laphria*. Fonte: os autores.



Figura 10. *Episcada carcinia*. Fonte: os autores.



Figura 11. *Oleria aquata*. Fonte: os autores.



Figura 12. *Oleria aquata*. Fonte: os autores.



Figura 13. *Epityches eupompe*. Fonte: os autores.



Figura 14. *Epityches eupompe*. Fonte: os autores.



Figura 15. *Epityches eupompe*. Fonte: os autores.