

## **Riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas frugívoras (Lepidoptera, Nymphalidae) da Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, Brasil**

Nivaldo Pettirossi<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente estudo foi realizado em 2007 e 2008 na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil e teve por objetivo inventariar a fauna de adultos de borboletas frugívoras, comparando a riqueza, abundância e composição das comunidades nos diferentes habitats. Foram feitas amostragens na borda da mata, na trilha central e em uma trilha secundária, através de armadilhas Van Someren-Rydon com iscas fermentadas de banana e caldo de cana. Com 1056 armadilhas-hora, foram registrados 518 indivíduos pertencentes a 40 espécies, distribuídas em seis subfamílias: Biblidinae, Charaxinae, Satyrinae, Nymphalinae (Coeini), Brassolinae e Morphinae. A lista geral dessa área chega agora a 48 espécies de borboletas frugívoras, principalmente espécies raras e/ou turistas de áreas abertas, sendo sete novos registros. A composição de borboletas frugívoras variou temporalmente e espacialmente, sendo a abundância mais influenciada pelo habitat do que a riqueza. A riqueza de espécies não diferiu estatisticamente entre os habitats, entretanto algumas espécies podem estar sendo favorecidas em ambientes mais perturbados e iluminados.

**Palavras-chave:** ecologia, diversidade, inventário, Mata Atlântica.

**ABSTRACT: Richness, abundance, and species composition of frugivorous butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) at Mata de Santa Genebra Forest Reserve, Campinas, Brazil.** We conducted this study in 2007 and 2008 at Mata de Santa Genebra Forest Reserve, Campinas, state of São Paulo, Brazil, with the goal of inventorying adult frugivorous butterflies, and comparing richness, abundance, and community composition in different habitats. We sampled the forest edge, the central track and a secondary track using Van Someren-Rydon traps with fermented banana and sugar cane syrup bait. After 1056 trap-hours, we recorded 518 specimens belonging to 40 species, distributed in six subfamilies: Biblidinae, Charaxinae, Satyrinae, Nymphalinae (Coeini), Brassolinae, and Morphinae. The checklist of this area now reaches 48 species of frugivorous

---

<sup>1</sup> Universidade Metodista de Piracicaba, Curso de Especialização em Bioecologia e Conservação, Rodovia do Açúcar, km 156, Campus Taquaral, 13.400-911, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: nivaldopettirossi@yahoo.com.br

*Recebido: 22 out 2008. Aceito: 14 jul 2009.*

butterflies, mainly rare and/or open habitat tourists, and includes seven new records. Frugivorous butterfly composition fluctuated in time and space, and abundance was more influenced by habitat than richness. Species richness was not statistically different among habitats, but some species may be favored in disturbed and brighter environments.

**Key words:** Atlantic Forest, ecology, diversity, inventory.

## Introdução

O domínio Mata Atlântica estendia-se ao longo de 1.300.000 km<sup>2</sup>, o equivalente a 12% do território nacional, por 17 estados, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul (Cassis *et al.*, 2005). Hoje restam menos de 7% de sua formação histórica (Ribeiro, 2007), ou seja, menos de 91.000 km<sup>2</sup>. O que resta de Mata Atlântica está dividido em fragmentos isolados por uma paisagem altamente modificada ou degradada, funcionando como “ilhas de habitat” em uma matriz inóspita dominada pelo homem (Primack & Rodrigues, 2001).

A Reserva Florestal Mata de Santa Genebra em Campinas, São Paulo, é o maior remanescente florestal do município (Santin, 1999). Fragmentos florestais como esse, quando comparados a um ambiente contínuo, podem conter uma riqueza e abundância menor, em consequência da extinção de espécies após isolamento e mudanças na estrutura do ambiente, ou ter sua diversidade e abundância aumentada, devido ao favorecimento de espécies típicas de áreas abertas e ambientes secundários (Gomes-Filho, 2003).

Para que os esforços de manejo e conservação tenham êxito, é necessário que se entenda como as populações e/ou comunidades respondem a fragmentação dos habitats (Uehara-Prado, 2003). Portanto, considerando a questão de manejo e conservação de reservas naturais, o monitoramento temporal e espacial da biodiversidade pode fornecer dados relevantes para o entendimento da dinâmica florestal e subsídios ao planejamento de estratégias para manejo e conservação destas unidades de conservação com maior potencial de sucesso.

A ordem Lepidoptera é composta pelas borboletas e mariposas, insetos holometábolos, em geral mastigadores de material vegetal no estágio larval e sugadores de líquidos (néctar, seiva, água enriquecida, material orgânico em putrefação) na fase adulta. Os adultos normalmente possuem seis pernas ambulatórias e quatro asas revestidas de escamas, variando em envergadura das asas de menos de 5,0 mm a mais de 30 cm, com duração da fase adulta variando entre e um dia a um ano (Brown Jr. & Freitas, 1999). As borboletas, em geral, possuem hábito diurno e são representadas por seis famílias: Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Riodinidae e Lycaenidae (Lamas, 2004).

Existem mais de 146.000 espécies descritas de lepidópteros e 255.000 espécies estimadas no mundo. No Brasil são mais de 26.000 espécies descritas e 40.000 espécies estimadas. As borboletas somam cerca de 7411 espécies descritas na região Neotropical, enquanto no Brasil há 3288 espécies descritas. Na Mata Atlântica há mais de 2120 espécies de borboletas conhecidas, sendo 948 endêmicas (Brown Jr. & Freitas, 1999; Lewinsohn *et al.*, 2005). Na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, há registro de mais de 690 espécies de borboletas, com estimativa de 780 espécies (Brown Jr. & Freitas, 2000a; Brown Jr., 2001).

As borboletas podem ser separadas basicamente em duas guildas, quando considerado o modo de alimentação dos adultos: 1) guilda das nectarívoras, composta pelas famílias Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae, Riodinidae e algumas subfamílias de Nymphalidae (que inclui algumas espécies de Ithomiinae, Cyrestini, Apaturinae e Limenitidinae que são eventualmente capturadas com iscas fermentadas); 2) guilda das frugívoras, representada principalmente por espécies da família Nymphalidae, subfamílias: Satyrinae, Brassolinae, Morphinae, Charaxinae, Biblidinae e pela tribo Coeini (Nymphalinae) (DeVries *et al.*, 1997; Gomes-Filho, 2003; Uehara-Prado, 2003; Uehara-Prado *et al.*, 2004). No Brasil, há aproximadamente 335 espécies descritas de ninfalídeos frugívoros, com 11 espécies ameaçadas (Lewinsohn *et al.*, 2005). Na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, há 210 espécies de Nymphalidae (Brown Jr. & Freitas, 2000a; Brown Jr., 2001), sendo 44 do grupo de frugívoras (Gomes-Filho, 2003).

As borboletas têm grande potencial para serem usadas como indicadoras em levantamentos, determinação de prioridades, planejamento e administração de reservas naturais, pois são fáceis de encontrar e avaliar (Brown Jr., 1992). Isto se deve ao fato de serem, em geral, diurnas, grandes e coloridas, tornando-as de fácil visualização. Além disso, são diversificadas, facilmente amostradas e identificadas, comuns o ano inteiro e têm rápidas respostas a alterações ambientais. Assim, borboletas podem fornecer mais informações do que vertebrados (aves e mamíferos), principalmente em habitats fragmentados e antropizados, onde muitas aves e mamíferos não estão mais presentes (Freitas *et al.*, 2006).

Do ponto de vista do uso de espécies com potencial como bioindicadores, a guilda das borboletas frugívoras apresenta vantagens práticas que facilitam o estudo de suas populações. Elas são facilmente capturadas em armadilhas contendo isca fermentada, de modo que a amostragem pode ser simultânea e o esforço padronizado em diferentes áreas. Os indivíduos podem ser soltos depois de identificados, com um mínimo de manuseio, permitindo que um estudo não destrutivo seja efetuado com confiança. Além disso, a atração da borboleta pela

isca, um recurso alimentar, reduz a possibilidade de capturas ao acaso presentes em outros métodos (Brown Jr. & Freitas, 1999; Uehara-Prado, 2003).

Muito se sabe sobre as borboletas frugívoras na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra através dos trabalhos sobre: imaturos da borboleta frugívora *Memphis ryphea* (Caldas, 1993), censos da comunidade total de borboletas (Brown Jr. & Freitas, 2000a, 2002), a guilda de borboletas frugívoras (Gomes-Filho, 2003) e comportamento do frugívoro *Paryphthimoides phronius* (Peixoto, 2005).

A determinação da variação temporal e espacial das comunidades de borboletas frugívoras, bem como da abundância e raridade de espécies, pode gerar dados sobre a diversidade e dinâmica da guilda e informações úteis para auxiliar a elaboração de planos de manejo e conservação da Reserva Mata de Santa Genebra. O presente trabalho abordou as borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae), tendo por objetivos: 1) inventariar a comunidade de adultos de borboletas frugívoras para atualizar a lista de borboletas frugívoras da reserva; 2) comparar a composição, riqueza e a abundância entre habitats da Mata de Santa Genebra.

## Métodos

A Reserva Florestal Mata de Santa Genebra localiza-se no distrito de Barão Geraldo, norte do município de Campinas, São Paulo, Brasil (entre 22°48'36''S 47°07'33''W e 22°50'10''S 47°06'14''W), com altitudes que variam entre 580 e 670 m (Nave, 1999). A Reserva possui uma área de 251,77 ha com 9,0 km de perímetro, entre áreas urbana e rural (Morellato & Leitão-Filho, 1995). Esse fragmento está assentado sobre relevo levemente ondulado, latossolo roxo ou terra roxa (Morellato, 1991), com pluviosidade média anual de 1366 mm e temperatura média anual de 22–23°C (1998–2001; Gomes-Filho, 2003). O clima na região é estacional, caracterizado por duas estações: uma seca e fria (onde ocorre a queda das folhas) de abril a setembro e uma estação úmida (chuvosa) e quente (onde a floresta apresenta mais vigorosa, com folhagem densa) de outubro a março (Morellato, 1991). A reserva possui três regiões mais baixas e mais úmidas e duas discretas elevações, caracterizando dois ecossistemas: floresta semidecídua (85% da área) e floresta paludosa (15% da área). De forma geral, a reserva é classificada como um fragmento de floresta semidecídua, pois a maioria das árvores perde suas folhas de forma parcial ou total durante a estação mais seca (Leitão-Filho, 1995). Este fragmento está circundado por uma matriz composta essencialmente por agricultura (culturas de cana, milho, hortaliças), habitações humanas, estradas e indústrias (Figura 1).

Foram avaliadas a composição, riqueza e abundância de adultos de borboletas frugívoras em três ambientes da reserva que caracterizam diferentes tipos de habitats (Figura 1): I) Borda: na porção leste, apresenta muitas lianas e espécies invasoras (capim e ervas), favorecidas pelo efeito de borda (alta insolação e luminosidade, e temperaturas mais elevadas); II) Trilha central, a 120 m do início da trilha, na borda nordeste, é resultado de uma estrada abandonada com 1,2 km de extensão que atravessa a reserva (nordeste-sudoeste) e reproduz parcialmente uma clareira estreita e alongada, exibindo condições intermediárias de luminosidade, temperatura e vento entre aquelas observadas na borda e no interior da mata e onde observam-se muitos jovens de espécies pioneiras, incluindo muitas lianas e bambu; III) Trilha secundária (porção sudeste): é uma pequena trilha/ estrada, com cerca de 190 m de extensão, possui maior umidade e menor temperatura do que os ambientes I e II, sendo menos iluminada, especialmente na estação chuvosa, quando a floresta apresenta a folhagem mais densa (Gomes-Filho, 2003).

Para as coletas dos insetos foram utilizadas armadilhas de isca (modelo Van Someren-Rydon), que consistiu em uma mistura de banana amassada com caldo de cana, fermentada no mínimo por 48 horas. Foi instalada uma armadilha em cada um dos três ambientes em alturas variando entre 1,5 e 2,0 m. Elas foram



**Figura 1.** Vista aérea da Reserva Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil, indicando as posições aproximadas das armadilhas de borboletas por ambiente: 1) borda; 2) trilha central; 3) trilha secundária.

revisadas aproximadamente 48 h após colocação das iscas e mantidas no mesmo local durante todo período de amostragem. O método de amostragem segue Gomes-Filho (2003), Uehara-Prado (2003) e Freitas *et al.* (2006).

Foram realizadas de uma a três coletas por mês entre agosto de 2007 a março de 2008 e nos meses de maio, julho e agosto de 2008, somando 11 meses, com um total de 16 amostragens. O esforço amostral foi de aproximadamente 11 horas-armadilha/local/dia, assim o projeto teve um esforço amostral total de 1056 armadilhas-hora. Num primeiro momento, as borboletas foram coletadas, mortas por compressão do tórax, acondicionadas em envelopes entomológicos e conduzidas ao laboratório para montagem. Os espécimes coletados foram identificados e acondicionados em caixas entomológicas para constituir uma coleção de referência. Dessas, pelo menos um a quatro indivíduos de cada espécie foram depositados como testemunho no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC) e outra coleção menor foi organizada e depositada no complexo do borboletário da reserva. Posteriormente, os espécimes foram identificados no local, marcados e soltos, sendo sacrificados apenas os indivíduos de espécies ainda não identificadas por coletas anteriores ou de difícil identificação. A identificação das espécies foi realizada através de literatura especializada (Brown Jr., 1992; Uehara-Prado, 2003; Uehara-Prado *et al.*, 2004) e confirmada ou identificada por consulta a um especialista (A. V. L. Freitas).

Foram analisados o número de indivíduos registrados (n), a riqueza de espécies (S) e a frequência relativa de cada espécie. O levantamento da riqueza e da abundância de espécies da comunidade de borboletas frugívoras se deu pela identificação e quantificação dos espécimes capturados nos três pontos de coleta, através das armadilhas de isca. Quando o tamanho amostral permitiu, foi avaliada a hipótese de que os indivíduos da comunidade se distribuem homogeneamente em diferentes habitats, pelo teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com dois graus de liberdade.

## Resultados

Em 1056 armadilhas/hora de amostragem, foram registrados 518 indivíduos de borboletas frugívoras (Nymphalidae) pertencentes a 40 espécies distribuídas em seis subfamílias (Tabela 1): Biblidinae (S = 15; n = 169), Charaxinae (S = 9; n = 206), Satyrinae (S = 9; n = 95), Nymphalinae/Coeini (S = 3; n = 28), Brassolinae (S = 3; n = 13) e Morphinae (S = 1; n = 7) (Tabela 2). Nas observações diretas (busca visual) registraram-se duas espécies: *Epiphile huebneri* e *Eunica margarita*, ambas da subfamília Biblidinae, não amostradas nas armadilhas de isca, totalizando uma riqueza de 42 espécies.

**Tabela 1.** Frequência de capturas de borboletas frugívoras (Nymphalidae) em três ambientes (I = borda, II = trilha central, III = trilha secundária) na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, em 2007–2008.

Subfamília	Espécie	Frequência de capturas			
		Ambiente			Total
		I	II	III	
Charaxinae	<i>Memphis arginussa</i> (Geyer, 1832)	63	22	17	102
Charaxinae	<i>Memphis rypea</i> (Geyer, 1834)	28	38	11	77
Biblidinae	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	21	24	4	49
Satyrinae	<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	6	9	21	36
Biblidinae	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1780)	16	11	-	27
Nymphalinae	<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	11	7	3	21
Biblidinae	<i>Hamadryas epinome</i> (Felder &Felder, 1867)	9	6	3	18
Satyrinae	<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1823) *	9	3	5	17
Biblidinae	<i>Ectima thecla</i> (Fabricius, 1796)	10	3	-	13
Biblidinae	<i>Hamadryas arete</i> (Doubleday, 1847)	9	2	1	12
Satyrinae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	9	-	2	11
Biblidinae	<i>Myscelia orsis</i> (Drury, 1782)	4	3	3	10
Biblidinae	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	5	3	2	10
Biblidinae	<i>Diaethria clymena</i> (Cramer, 1775)	7	2	-	9
Brassolinae	<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1776)	1	1	7	9
Satyrinae	<i>Taygetis tripunctata</i> Weymer, 1907 *	1	2	5	8
Charaxinae	<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	6	1	1	8
Charaxinae	<i>Memphis appias</i> (Hübner, 1825)	2	5	1	8
Morphinae	<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	4	2	1	7
Satyrinae	<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittitz, 1865) *	4	-	3	7
Nymphalinae	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	6	-	-	6
Biblidinae	<i>Diaethria candrena</i> (Godart, 1821)	2	2	1	5
Satyrinae	<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1861)	4	1	-	5
Satyrinae	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	2	-	2	4
Biblidinae	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	3	-	1	4
Charaxinae	<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	2	1	1	4
Satyrinae	<i>Ypthimoides affinis</i> (Butler, 1867)	3	-	1	4
Charaxinae	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	2	-	2	4
Satyrinae	<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	1	2	-	3
Brassolinae	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808) *	1	-	2	3
Biblidinae	<i>Diaethria eluina</i> (Hewitson, 1852) *	2	1	-	3
Biblidinae	<i>Callicore hydaspes</i> (Drury, 1782)	1	2	-	3
Biblidinae	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	2	1	-	3
Biblidinae	<i>Eunica tatila</i> (Herrich.-Schäffer, 1855) *	1	1	-	2
Nymphalinae	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	-	1	-	1
Brassolinae	<i>Eryphanis reevesi</i> Doubleday, 1849	1	-	-	1
Charaxinae	<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	1	-	-	1
Charaxinae	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1819) *	1	-	-	1
Charaxinae	<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)	-	-	1	1
Biblidinae	<i>Catonephele numilia</i> (Hewitson, 1852)	-	-	1	1
Abundância total		260	156	102	518
Riqueza total de espécies		37	27	26	40

\* Espécies não registradas no trabalho de Gomes-Filho (2003).

Dentre os novos registros, ou seja, espécies não documentadas por Gomes-Filho (2003), as mais abundantes foram *Paryphthimoides phronius* (n = 17) e *Taygetis tripunctata* (n = 8), enquanto as espécies menos abundantes foram *Eunica tatila* (n = 2) e *Archaeoprepona demophoon* (n = 1). Por outro lado, seis espécies registradas por Gomes-Filho (2003) não foram amostradas nem avistadas no presente estudo (Tabela 3).

Considerando todos os indivíduos capturados neste estudo (n = 518), a comunidade não se distribuiu homogeneamente nos três habitats ( $\chi^2 = 74,70$ ;  $p < 0,01$ ). As espécies mais abundantes nos locais estudados foram os ninfalídeos: *Memphis arginussa* (n = 102), com preferência pelo ambiente I (n = 63), *Memphis ryphea* (n = 77), com preferência pelo ambiente II (n = 38), *Hamadryas februa* (n = 49), com preferência pelos ambientes I (n = 21) e II (n = 24) e *Taygetis laches* (n = 36), com preferência pelo ambiente III (n = 21). Entre todas as espécies amostradas, estas quatro representaram 50,96% do total de indivíduos capturados. As treze espécies mais abundantes (n  $\geq$  10) representaram aproximadamente 77,79% do total de indivíduos amostrados.

Dos três locais estudados na Mata de Santa Genebra, o ambiente I apresentou a maior riqueza (S = 37) e abundância de indivíduos (n = 260; 50,19%). A menor riqueza (S = 26) e menor abundância (n = 102; 19,69%) foram observadas no ambiente III, enquanto o ambiente II apresentou valores intermediários de riqueza (S = 27) e abundância (n = 156; 30,11%). Entretanto, a riqueza não diferiu estatisticamente entre esses ambientes ( $\chi^2 = 2,46$ ;  $0,20 < p < 0,50$ ). Dezesete espécies (42,50%) foram capturadas nos três ambientes 16 (40%) compartilharam dois ambientes e sete (17,50%) foram capturadas em apenas um dos ambientes (Figura 2).

Todas as espécies capturadas em apenas um dos ambientes (S = 7) foram pouco abundantes: seis espécies com apenas um indivíduo e uma (*Colobura*

**Tabela 2.** Riqueza de espécies e abundância de diferentes subfamílias de borboletas frugívoras em três ambientes (I = borda, II = trilha central, III = trilha secundária) na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo em 2007–2008.

Subfamília	Riqueza				Abundância			
	Ambiente			Total	Ambiente			Total
	I	II	III		I	II	III	
Biblidinae	14	13	8	15	92	61	16	169
Charaxinae	8	5	7	9	105	67	34	206
Satyrinae	9	5	7	9	39	17	39	95
Nymphalinae	2	2	1	3	17	8	3	28
Brassolinae	3	1	2	3	3	1	9	13
Morphinae	1	1	1	1	4	2	1	7
Total	37	27	26	40	260	156	102	518

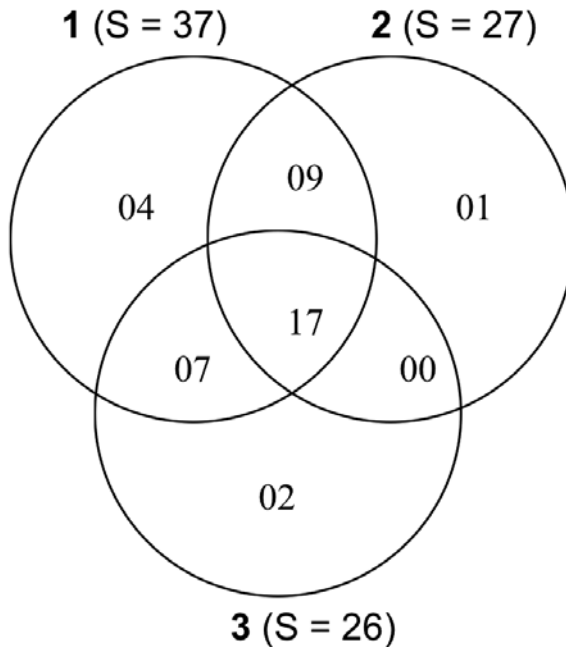


**Tabela 3.** Espécies de borboletas frugívoras (Nymphalidae) da Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, considerando o presente estudo e o trabalho de Gomes-Filho (2003). \* = Espécies avistadas, mas não amostradas nas armadilhas de isca no presente estudo.

Subfamília	Espécie	Gomes-Filho (2003)	presente estudo
Biblidinae	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1780)	X	X
	<i>Callicore hydaspes</i> (Drury, 1782)	X	X
	<i>Callicore sorana</i> (Godart, 1823)	X	
	<i>Catonephele numilia</i> (Hewitson, 1852)	X	X
	<i>Diaethria candrena</i> (Godart, 1821)	X	X
	<i>Diaethria clymena</i> (Cramer, 1775)	X	X
	<i>Diaethria eluina</i> (Hewitson, 1852)		X
	<i>Ectima thecla</i> (Fabricius, 1796)	X	X
	<i>Epiphile huebneri</i> Hewitson, 1867	X	*
	<i>Eunica maja</i> (Fabricius, 1775)	X	
	<i>Eunica margarita</i> (Godart, 1824)	X	*
	<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schäffler, 1855)		X
	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	X	X
	<i>Hamadryas arete</i> (Doubleday, 1847)	X	X
	<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)	X	X
	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	X	X
	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
	<i>Myscelia orsis</i> (Drury, 1782)	X	X
	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	X	X
	Charaxinae	<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	X
<i>Archaeoprepona chalciope</i> (Hübner, 1825)		X	
<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)		X	X
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1819)			X
<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)		X	X
<i>Memphis appias</i> (Hübner, 1825)		X	X
<i>Memphis arginussa</i> (Geyer, 1832)		X	X
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)		X	X
<i>Memphis ryphea</i> (Geyer, 1834)		X	X
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)		X	
<i>Zaretis itys</i> (Cramer, 1777)		X	X
Nymphalinae (Coeini)		<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	X
	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	X	X
	<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	X	X
Morphinae	<i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)	X	X
Brassolinae	<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1776)	X	X
	<i>Blepolenis batea</i> (Hübner, 1822)	X	
	<i>Eryphanis reevesi</i> Doubleday, 1849	X	X
	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1808)		X
Satyrinae	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	X	X
	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)	X	X
	<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1823)		X
	<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)		X
	<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1861)	X	X
	<i>Taygetis laches</i> (Fabricius, 1793)	X	X
	<i>Taygetis tripunctata</i> Weymer, 1907		X
	<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)	X	X
	<i>Ypthimoides affinis</i> (Butler, 1867)	X	X
	<i>Ypthimoides variabilis</i> Butler, 1867	X	

*dirce*) com seis indivíduos. Dentre as espécies registradas em apenas dois ambientes ( $S = 16$ ), 11 apresentaram entre dois e cinco indivíduos, quatro apresentaram entre 7 e 13 indivíduos e uma espécie (*Biblis hyperia*) apresentou 27 registros.

Quando a abundância das espécies ( $n > 30$ ) é vista por amostragem, verificam-se dois padrões de distribuição temporal: 1) Espécies com picos de abundância, com frequência de captura em algumas amostragens muito superior em relação às outras amostragens, como *Memphis arginussa* (Charaxinae) ( $n = 102$ ), com picos de abundância em agosto de 2007 e agosto de 2008 (1ª e 16ª amostragens, com 72,54% dos registros) e *Memphis ryphea* (Charaxinae) ( $n = 77$ ), com pico em março de 2008 (12ª e 13ª amostragens) quando 50,64% dos indivíduos amostrados foram capturados; 2) Espécies de distribuição homogênea, cujos indivíduos ocorreram de modo relativamente regular ao longo do tempo, sem apresentar picos de abundância aparentes, como *Hamadryas februa* (Biblidinae) ( $n = 49$ ) e *Taygetis laches* (Satyrinae) ( $n = 36$ ).



**Figura 2.** Diagrama mostrando o número de espécies de borboletas frugívoras exclusivas e comuns aos três ambientes (1 = borda; 2 = trilha central; 3 = trilha secundária) amostrados na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, em 2007 e 2008. S = riqueza de espécies de cada ambiente.

Analisando por habitats as abundâncias das oito espécies com frequência  $\geq 15$  indivíduos, encontramos os seguintes padrões de distribuição espacial (Tabela 1): 1) Espécies presentes nos três locais, mas que utilizam predominantemente o ambiente I (borda), como *Memphis arginussa* (Charaxinae) e *Smyrna blomfieldia* (Coloburinae); 2) Espécies presentes nos três locais, mas que utilizam predominantemente o ambiente II (trilha central), como *Memphis ryphea* (Charaxinae); 3) Espécies presentes nos três locais, mas que utilizam predominantemente o ambiente III (trilha secundária), como *Taygetis laches* (Satyrinae); 4) Espécies presentes nos três locais, mas que utilizam predominantemente os ambientes I e II, como *Hamadryas februa* (Biblidinae) e *Hamadryas epinome* (Biblidinae); 5) Espécies presentes nos três locais, mas que utilizam predominantemente os ambientes I e III, como *Paryphthimoides phronius* (Satyrinae); 6) Espécies presentes nos ambientes I e II, mas que utilizaram predominantemente o ambiente I, como *Biblis hyperia* (Biblidinae).

Temporalmente, observa-se que houve variação significativa na riqueza e abundância de espécies dentro da comunidade. O número de espécies e abundância por amostragem variaram de um mínimo de duas espécies com três indivíduos em 21 de janeiro de 2008 a um máximo de 30 espécies com 145 indivíduos em 16 de agosto de 2008 (Tabela 4).

**Tabela 4.** Distribuição de riqueza de espécies (S) e abundância (n) de borboletas frugívoras, por data de amostragem e por ambiente (I = borda, II = trilha central, III = trilha secundária), na Reserva Florestal Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo. \* = amostragem com espécies não detectadas em coletas anteriores.

Data	Ambiente						Total	
	I		II		III		S	n
	S	n	S	n	S	n		
12.VIII.2007	13	40	06	07	08	17	20	64
09.IX.2007 *	11	23	04	06	06	08	16	37
14.X.2007 *	11	12	03	06	04	08	14	26
17.XI.2007 *	07	07	02	02	01	01	08	10
20.XII.2007 *	05	05	01	01	01	03	06	09
29.XII.2007	05	06	03	06	03	04	10	16
21.I.2008	01	01	01	01	01	01	02	03
26.I.2008	01	01	01	02	03	04	04	07
28.I.2008 *	03	05	03	04	03	05	07	14
04.II.2008 *	04	04	01	01	06	08	09	13
29.II.2008	05	10	02	05	01	01	07	16
07.III.2008 *	05	11	11	36	04	07	15	54
22.III.2008 *	10	18	09	26	04	04	17	48
03.V.2008 *	06	08	08	12	01	02	12	22
07.VII.2008 *	08	15	04	10	07	09	13	34
16.VIII.2008 *	25	94	11	31	10	20	30	145
Total	37	260	27	156	26	102	40	518

## Discussão

Os dados obtidos representam um indicador das variações relativas espaciais e temporais da riqueza e abundância na comunidade de borboletas frugívoras, permitindo inferir a composição e dinâmica da comunidade desta guilda. No entanto existe a ressalva de que a captura das espécies e frequência dos espécimes possam sofrer influências de: 1) atratividade da isca; 2) estratificação vertical e ausência de réplicas; 3) habilidade de fuga de certas espécies; 4) exclusividade ou preferência por microhabitats não amostrados; 5) condições climáticas durante as amostragens (por ex., chuva); 6) sazonalidade de algumas espécies; 7) esforço amostral, dentre outros (Gomes-Filho, 2003).

Gomes-Filho (2003) inventariou a comunidade de borboletas frugívoras nesta mesma reserva com metodologia semelhante, porém com esforço amostral de 13.728 armadilhas-hora. Esse autor utilizou quatro armadilhas em cada um dos três ambientes amostrados (borda, trilha central e interior da mata), somando 104 amostragens, considerando 11 horas efetivas de amostragem por dia. O estudo apontou uma riqueza de 44 espécies, em 4117 registros (Gomes, 2003). O presente estudo deu ênfase às borboletas frugívoras das subfamílias Satyrinae, Brassolinae, Morphinae, Charaxinae, Biblidinae e tribo Coeini (Nymphalinae). Portanto, as espécies *Doxocopa laurentia* (Apaturinae), *Adelpha goyama* e *Adelpha phliassa* (Limenitidinae), presentes no estudo de Gomes (2003), não foram consideradas como integrantes da guilda de borboletas frugívoras, restando na lista 4.098 indivíduos distribuídos em 41 espécies. Dessas, 33 espécies foram amostradas e duas só avistadas no presente estudo que teve sete novos registros. Portanto, a fauna total de borboletas frugívoras da reserva é de 42 a 48 ou mais espécies (Tabela 3). A maioria das espécies exclusivas nos dois estudos apresentaram baixa frequência de captura, podendo ser raras e/ou turistas, ou estarem sendo influenciadas pelos fatores enumerados no início dessa seção. Apesar de não ter sido feito um censo, o qual permitiria inferências mais confiáveis, podemos supor que as espécies exclusivas do presente estudo e do trabalho de Gomes-Filho (2003) podem evidenciar temporalmente o caráter dinâmico da comunidade. Essa composição temporal, assim como a variação espacial, pode ser consequência da colonização-extinção local temporária e da presença de espécies transientes que não mantém populações no local, fatos que dificultam estimar sua riqueza (Gomes-Filho, 2003).

Algumas espécies raras no trabalho de Gomes-Filho (2003), com frequência relativa entre um a quatro indivíduos (*Historis odius*, *Diaethria candrena*, *Temenis laothoe* e *Archaeoprepona amphemachus*), foram capturadas no presente estudo, sugerindo que a densidade dessas espécies pode ter aumentado, demonstrando o caráter temporal dinâmico da comunidade. Já as espécies não

amostradas nesse estudo podem sugerir que o esforço amostral do presente trabalho foi insuficiente para detectar não só essas espécies, mas também outras não capturadas nos dois estudos. Isso é corroborado pelo fato de 68,75% das amostragens no presente estudo apresentarem espécies não detectadas em coletas anteriores, sendo um forte indício de que a riqueza não foi amostrada em sua totalidade (Tabela 4). Há também a possibilidade de que as espécies não amostradas, nem visualizadas no presente estudo (*Callicore sorana*, *Eunica maja*, *Archaeoprepona chalciope*, *Prepona laertes*, *Blepolenis batea* e *Ypthimoides variabilis*), não ocorram mais na reserva.

Em estudo realizado em floresta ombrófila densa na Reserva Estadual do Morro Grande e arredores, Caucaia do Alto, Cotia, São Paulo, com esforço amostral de 36.000 armadilhas-hora, Uehara-Prado (2003) documentou 70 espécies em 1810 registros de borboletas frugívoras, com indício de que a comunidade não foi amostrada na sua totalidade, podendo a riqueza chegar a pelo menos 85 espécies. Nesse trabalho, o número de espécies de borboletas frugívoras correlacionou-se positivamente à riqueza de espécies arbóreas, o qual não diferiu entre as paisagens (unidade maior e fragmentos), sugerindo que, independentemente do ambiente, a riqueza de borboletas desta guilda pode atuar como indicadora de biodiversidade (Uehara-Prado, 2003). Na Reserva Mata de Santa Genebra, a riqueza e abundância de espécies arbóreas vêm diminuindo nos últimos anos em consequência do corte de madeira no passado e pelo efeito de borda (Leitão-Filho, 1995). Tais fatos podem explicar a menor riqueza de borboletas frugívoras (42 a 48 espécies) inventariadas na Reserva Mata de Santa Genebra. O estado de degradação da reserva pode estar favorecendo espécies de borboletas mais generalistas, adaptadas a ambientes abertos e de borda, em detrimento de espécies mais sensíveis à degradação ambiental (espécies florestais). É possível também correlacionar negativa ou positivamente as borboletas com outros fatores bióticos ou ambientais, tais como: variação de temperatura, altitude média, pluviosidade, poluição total, conectividade da paisagem, mosaico de solos, quantidade de cipós e bambus, proporção de vegetação secundária, profundidade da camada de folhiço, riqueza de outros grupos animais (Brown Jr. & Freitas, 2000b; Freitas *et al.*, 2006). Ainda no trabalho de Uehara-Prado (2003), as subfamílias Biblidinae e Charaxinae correlacionaram-se positivamente com variáveis associadas à fragmentação. Apesar do presente estudo ter sido feito em escala local e com esforço amostral menor, essa também pode ser a explicação para a maior abundância e/ou riqueza dessas subfamílias (Tabela 2), visto que a reserva passou por um intenso processo de fragmentação e isolamento e sofre os impactos negativos da matriz antropizada.

As espécies com frequência baixa de captura ( $n \leq 6$ ) representaram 20

espécies (50%), que foram amostradas em um ou dois habitats (Tabela 1), com exceção da *Diaethria candrena*. Isso é esperado pela própria raridade, que diminui a probabilidade de captura em todos os ambientes, mesmo que elas ocorram igualmente nos três ambientes (Gomes-Filho, 2003). Outros fatores que podem ser responsáveis isoladamente, ou em conjunto, pelo baixo índice de captura são: espécies turistas; metodologia pouco eficaz para amostragem dessas espécies (esforço amostral reduzido, tipo de isca, altura das armadilhas); habilidade de fuga das espécies; espécies mais frequentes em habitats não amostrados.

Gomes-Filho (2003) detectou riqueza ligeiramente maior na borda (S = 38) e trilha central (S = 38), ambientes mais perturbados e iluminados, e menor no interior da mata (S = 31). No presente estudo, também houve maior riqueza nos ambientes I (S = 37) e 2 (S = 27), que tem maior luminosidade e perturbação, e menor riqueza no ambiente III (S = 26), que é menos “impactado” (iluminado) quando comparado aos outros. Apesar disso, a riqueza não diferiu estatisticamente entre esses ambientes. Os ambientes mais perturbados e iluminados podem favorecer muitas espécies de borboletas heliófilas ou que usam plantas de crescimento contínuo de ambientes ensolarados (Gomes-Filho, 2003).

Observa-se que não houve variação espacial na riqueza de espécies com  $n \geq 15$ , pois elas puderam ser amostradas nos três ambientes (padrões de distribuição espacial 1–5 em Resultados) ou em dois ambientes (padrão 6). Porém, houve probabilidades diferentes de captura em consequência das diferenças nas abundâncias relativas em cada um dos ambientes, o que refletiu na frequência de captura, fato também constatado por Gomes-Filho (2003). Portanto, o efeito do ambiente seria maior na determinação das abundâncias relativas do que na riqueza, pelo menos para a maioria das espécies amostradas (com  $n \geq 7$ ), logo as subcomunidades são parecidas na riqueza, porém diferem na diversidade.

Pelos dados coletados e analisados, é possível concluir ou sugerir que: 1) espacialmente algumas espécies apresentam certa preferência por habitats, como a *Memphis arginussa* pelo ambiente I, *Memphis ryphea* pelo ambiente II e *Taygetis laches* pelo ambiente III; 2) espacialmente a riqueza não difere estatisticamente entre os habitats, entretanto algumas espécies podem estar sendo favorecidas em ambientes mais perturbados e iluminados; 3) algumas espécies como *Hamadryas februa* e *Taygetis laches* apresentam distribuição relativamente homogênea ao longo do tempo (amostragens), enquanto outras espécies como *Memphis ryphea* e *Memphis arginussa* apresentam picos de abundância; 4) a composição de borboletas frugívoras da Reserva Mata de Santa Genebra varia temporalmente e espacialmente, sendo a abundância mais influenciada pelo habitat do que a riqueza.

Sugere-se a continuidade do inventário, dando maior ênfase às condições bióticas e abióticas a fim de associar essas condições aos padrões de distribuição de riqueza e abundância das espécies da região. Isso permitirá que as borboletas frugívoras sejam localmente utilizadas como indicadoras da qualidade do ambiente, subsidiando a elaboração de protocolos que possam ser facilmente interpretados e colocados em prática no manejo e consequente conservação desta reserva. Por exemplo, a conservação de certas espécies de borboletas frugívoras, cujos imaturos utilizam como recurso alimentar a vegetação de borda, depende desse habitat e sua retirada em processos de manejo pode afetar negativamente a população dessas espécies.

### Agradecimentos

A Fundação José Pedro de Oliveira, administradora da Reserva Municipal Mata de Santa Genebra, forneceu autorização para realização do trabalho de campo. O curador da ZUEC-LEP, André V. L. Freitas, forneceu sugestões, confirmou e identificou as espécies de borboletas. Umberto Kubota e Rafael D. Loyola forneceram sugestões e revisaram o trabalho. Cynira A. J. S. Gabriel forneceu apoio logístico junto à Fundação José Pedro de Oliveira e nas visitas para amostragem. A. Bächtold, T. G. Alves e A. N. Furegatti deram apoio e orientação no processo de montagem dos espécimes. Cleonice D. P. Pettrossi auxiliou na revisão ortográfica deste manuscrito. Dois revisores anônimos contribuíram com importantes correções e sugestões para a versão final deste trabalho.

### Referências

- BROWN JR., K. S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In L. P. C Morellato (org.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora UNICAMP / FAPESP, Campinas, p. 142–186.
- BROWN JR., K. S. 2001. Insetos indicadores da história, composição, diversidade e integridade de matas ciliares. In R. R. Rodrigues & H. F. Leitão-Filho (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo, p. 223–232.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. 1999. Lepidoptera. In C. R. F. Brandão & E. M. Canello (eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil*:

- síntese do conhecimento ao final do século XX*. Vol. 5: Invertebrados terrestres. FAPESP, São Paulo, p. 225–243.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000a. Atlantic Forest Butterflies: Indicator for landscape conservation. *Biotropica*, 32(4b): 934–956.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.)*. 11/12: 71–116.
- BROWN JR., K. S. & FREITAS, A. V. L. 2002. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 6: 217–231.
- CALDAS, A. 1993. *Ecologia populacional de Anaea ryphea (Lepidoptera: Nymphalidae): fatores atuando nas fases imaturas*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 147 p.
- CASSIS, C., PRATA, R., KOCH, M., BECHARA, E., BRANCO, A. M., LIMA, R. & PAGLIA, A. 2005. Mata Atlântica: isso é que é vida. In (Fundação SOS Mata Atlântica & Renctas (orgs). *União pela Fauna da Mata Atlântica*, Hawaii Gráfica e Editora Ltda, São Paulo, p. 8–19.
- DEVRIES, P. J., MURRAY, D. & LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62: 343–634.
- FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B. & BROWN JR., K. S. 2006. Insetos como indicadores ambientais. In L. Cullen Jr., C. Valladares-Padua & R. Rudran (orgs.). *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. 2ª ed. Editora da UFPR, Curitiba, p. 125–151.
- GOMES-FILHO, A. 2003. *A comunidade de borboletas frugívoras da Reserva de Santa Genebra, Campinas, SP, com ênfase na flutuação populacional de Anaea ryphea (Cramer) e sua relação com as plantas hospedeiras*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 184 p.
- LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A Hesperioidea – Papilionoidea. In J. B. HEPPNER (ed.). *Atlas of Neotropical Lepidoptera 5A*. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville, 439 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F. 1995. A Vegetação da Reserva de Santa Genebra. In L. P. C. Morellato & H. F. Leitão-Filho (org.). *Ecologia e preservação, de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. Editora da UNICAMP, Campinas, p. 19–29.
- LEWINSOHN, T. M., FREITAS, A. V. L. & PRADO, P. I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade*,



1 (1): 62–69.

- MORELLATO, L. P. C. 1991. *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 203 p.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. (orgs.) 1995. *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana – Reserva de Santa Genebra*. Editora da Unicamp, Campinas, 136 p.
- NAVE, A. G. 1999. *Determinação de unidades ecológicas num fragmento de floresta nativa, com auxílio de sensoriamento remoto*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- PEIXOTO, P. E. C. 2005. *Estudos comportamentais de Paryphthimoides phronius (Lepidoptera: Satyrinae)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 157 p.
- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Editora Planta, Londrina, 328 p.
- RIBEIRO, H. 2007. Virada histórica: parcerias que recuperam a Mata Atlântica. *Ecos da Mata*, 7: 8–9.
- SANTIN, D. A. 1999. *A vegetação Remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 502 p.
- UEHARA-PRADO, M. 2003. *Efeito de fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 147 p.
- UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B. & BROWN JR., K. S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da reserva estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica*, 4(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n1/pt/download?inventory+BN00504012004+abstract>