

29

3

## ENSAIOS SOBRE ECOLOGIA DE COMUNIDADE EM SPHINGIDAE NA SERRA DO MAR, PARANÁ, BRASIL (LEPIDOPTERA) <sup>1</sup>

SEBASTIÃO LAROCA \* e OLAF HERMANN HENDRICK MIELKE \*\*

(Com 7 figuras no texto)

Sabe-se de longo tempo que um grande número de insetos são atraídos pela luz; fenômeno esse, aproveitado por diversos pesquisadores (p. e., WILLIAMS, 1935; HOLDEN AND MERRY, 1967; HARLING, 1968; YOUNG, 1972), para fins de estudos quantitativos. Nos Sphingidae da Região Neotropical, a primeira tentativa de investigação metódica do problema deve-se a YOUNG, em 1970 (cf. YOUNG, 1972), ao estudar a "comunidade" dessas mariposas na Floresta Plúvio-Tropical das terras baixas do Nordeste de Costa Rica. Por outro lado, estudos faunísticos envolvendo listas de espécies de várias localidades tropicais são relativamente frequentes (p. e., BIOLLEY, 1897; DYAR, 1914; LEHMAN, 1971 — cf. YOUNG, 1972). No Brasil, as coletas à luz quase sempre realizadas por taxônomos ou entomólogos amadores, objetivando angariar espécimes para museus ou coleções particulares, não for-

necem material adequado para estudos quantitativos.

Em 1966, durante excursões noturnas com o objetivo de coletar material para o museu do Departamento de Zoologia, um dos autores (SL) pensou em desenvolver e adaptar técnicas que permitissem não só investigações taxonômicas, mas também para abordagens quantitativas, visando informações ecológicas.

O presente trabalho fundamenta-se nos resultados de um ano de coletas periódicas de Sphingidae, em Marumbi, Município de Morretes, Paraná. Os objetivos básicos desta pesquisa são fornecer informações sobre a estrutura faunística, ciclo anual de atividades dos adultos, além de notas preliminares sobre a influência de alguns fatores ambientais na atividade de vôo desses heteróceros.

*Agradecimentos* — Os autores agradecem de um modo especial ao Prof. PE. J. S. MOURE (Depto. Zoologia, U. F. Pr.), pela leitura e críticas apresentadas para melhoria do presente trabalho; ao Prof. F. GIACOMEL (Depto. Zoologia, U. F. Pr.), pela ajuda prestada durante as coletas; ao Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> V. O. BECKER (EMBRAPA), por haver determinado a zona de vida (Sistema de Holdridge); ao Sr. J. L. JENSEN, pela confecção dos desenhos; à Rede Ferroviária Federal S. A., pelas facilidades oferecidas durante os trabalhos de campo na Estação Ferroviária de Marumbi; ao CNPq e ao CEP, U. F. Pr., pelos auxílios.

<sup>1</sup> Recebido para publicação a 8 de novembro de 1974.

Contribuição n.º 346 do Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, feita sob os auspícios do Conselho Nacional de Pesquisas (Guanabara, Brasil) e do Conselho de Ensino e Pesquisas, da U. F. Pr. (Curitiba, PR, Brasil).

\* e \*\* Professores Assistentes do Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, caixa postal 756, Curitiba 80.000, Paraná, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Área de Estudo.* As coletas de amostras foram feitas nas proximidades da Estação Ferroviária de Marumbi, linha Curitiba-Paranaguá, da Rede Ferroviária Federal S.R., no Município de Morretes; localidade essa, situada na encosta Leste da Serra do Mar. Foi dada preferência a esse local por estar em um ponto aparentemente representativo da Serra do Mar, nos seus aspectos vegetacionais, faunísticos e climáticos.

Marumbi está situado na região coberta pela Floresta Pluvio-Subtropical do Litoral (ver STELLFELD, 1949; MAACK, 1949, 1968; KLEIN, 1961 e HERTEL, 1969). Essa localidade ainda não sofreu demasiadamente a ação devastadora do homem, havendo sido desmatada apenas numa pequena faixa para o leito da ferrovia, além de pequenas áreas ocupadas por algumas casas de montanhistas e ferroviários. Entre os elementos expressivos fitofisionômicamente nessa região destacam-se (cf. KLEIN, 1961): a *Hyeronima alchorneoides* Fr. Allem. (Licurana), *Sloanea guianensis* Aubl. (Laranjeira do Mato), *Euterpe edulis* Mart. (Palmito), no estrato superior da floresta. No estrato médio, segundo o mesmo autor, as espécies mais comuns são quase sempre *Rheedia gardneriana* Pl. & Tr. (Bacopari), *Pausandra morisiana* (Casar.) Radlk. (Almêcega Vermelha), além de outras. E, entre os arbustos, conforme KLEIN ainda, destacam-se a *Psychotria nuda* (C. & S.) Wawra (*Grandiúva d'anta*), *Rudgea jasmínoides* (Cham.) Muell. Arg. (Pimenteira de folhas largas) e *Geonoma gamiova* Barb. Rodr. (Gamiova, Palheira). A lista faunística da área engloba numerosas espécies nitidamente tropicais. O clima da região é do tipo Cfa, da classificação de KÖPPEN (cf. Atlas do Brasil, 2.<sup>a</sup> ed., 1956). A altitude está em torno de 500 m.

*Técnica de Coleta.* As coletas foram feitas de agosto de 1966 a junho de 1967, uma noite por mes. As noites escolhidas eram

próximas à "lua nova", para se evitar a influência da luz lunar (ver WILLIAMS, 1936) no tamanho da amostra. As capturas eram iniciadas imediatamente após o por do sol (18-20 horas, dependendo do mes) e finalizadas ao amanhecer (geralmente às 6 horas) do dia seguinte. O calendário seguido para a realização das coletas foi o seguinte: agosto: 20 para 21, outubro: 15 para 16, novembro: 12 para 13, janeiro: 13 para 14, fevereiro: 14 para 15, março: 14 para 15, abril: 8 para 9, maio: 13 para 14, junho: 6 para 7.

Foi tentado manter o intervalo de um mês entre duas coletas. Isso, no entanto, foi impossível, não havendo sido realizadas as coletas correspondentes aos meses de setembro, dezembro e julho. Os espécimes eram coletados manualmente um a um quando pousavam nas paredes brancas, situadas atrás das lâmpadas, e mortos pela injeção de uma pequena quantidade de álcool 70% na parte ventral do tórax. As coletas eram feitas por duas pessoas, práticas em coleta de Heterocera, que capturavam qualquer Sphingidae atraído pelas lâmpadas. Antes e após cada hora de coleta, a temperatura do ar atmosférico era medida através de um termômetro de bulbo seco pendurado a 1,5 m acima da superfície do solo, no interior de um abrigo. A velocidade do vento, condições de tempo e nebulosidade foram estimadas visualmente. A estimativa da velocidade do vento foi feita pela escala de Beauford. O nevoeiro, quando ocorria, fazia com que a visibilidade horizontal baixasse para menos de 100 m.

Como fonte luminosa foram utilizadas duas lâmpadas de mercúrio, de baixa pressão, de 250 Watts, da marca "Osram", penduradas a uma altura de 2,5 m da superfície do solo, distante uma da outra 1,5 m, viradas para o lado da floresta e contra a parede branca de uma casa. Durante cada hora de coleta todos os espécimes que chegavam à luz eram coletados. Os exemplares capturados eram acondicionados (em envelopes triangulares de papel-jornal) separa-

damente por hora de coleta. Mais tarde, em laboratório, eram determinados e registrados.

Os aspectos fenológicos foram grandemente prejudicados pelas falhas de coletas ocorridas em setembro, dezembro e julho, apesar disso os resultados são adiante estudados, embora representem apenas uma abordagem inicial com muitas lacunas a serem preenchidas no futuro.

Os dados sobre abundância relativa adiante apresentados não estão livres de críticas no que se refere a técnicas de amostragem. As deficiências de técnicas, no entanto, até certo ponto se explicam quando se leva em consideração um dos objetivos propostos, i. e., paralelamente à coleta de material para fins de estudos quantitativos, também heteróceros para investigações sistemáticas. Por outro lado, o material obtido pelas técnicas acima é mais adequado, aparentemente, para as análises já referidas do que os espécimes coletados pelas técnicas tradicionais de museu, uma vez que por estas últimas, os colecionadores em geral têm a tendência natural de depositar nos museus os exemplares de espécies mais raras, com maior frequência que os das comuns.

Na abordagem sobre a influência dos fatores ambientais (temperatura, velocidade do vento e condições de tempo) não foram computados 130 exemplares pertencentes a *Manduca* "grupo" *pellenia* (80), *M.* "grupo" *diffissa* (7), *M.* sp. (1), *Callionima parce* (15), *Perigonia stulta* (20), *Nyceryx alophus ixion* (4), *Protambulyx eurycles* (2) e *Hemeroplanes triptolemus* (1).

*Espécies Coletadas.* As espécies coletadas durante o levantamento realizado em Marumbi foram as seguintes:

- Adhemarius eurysthene* (Felder, 1874)
- Adhemarius gannascus* (Stoll, 1970)
- Adhemarius germanus* (Zikán, 1934)
- Adhemarius palmeri* (Boisduval, 1875)
- Agrius cingulatus* (Fabricius, 1775)
- Callionima inuus* (Rotschild & Jordan, 1903)
- Callionima nomius* (Walker, 1856)

- Callionima parce* (Fabricius, 1775)
- Cocytius antaeus hydaspus* (Cramer, 1777)
- Cocytius beelzebuth* (Boisduval, 1875)
- Cocytius duponchel* (Poey, 1832)
- Cocytius lucifer* Rothschild & Jordan, 1903
- Enyo lugubris* (Linné, 1771)
- Enyo ocypte* (Linné, 1758)
- Erinnyis alope* (Drury, 1773)
- Erinnyis crameri* (Schaus, 1898)
- Erinnyis ello* (Linné, 1758)
- Erinnyis obscura* (Fabricius, 1775)
- Erinnyis oenotrus* (Stoll, 1780)
- Eumorpha anchemola* (Cramer, 1779)
- Eumorpha labruscae* (Linné, 1758)
- Eumorpha satellitia analis* (Rothschild & Jordan, 1903)
- Eumorpha translineata* (Rothschild, 1894)
- Eumorpha vitis* (Linné, 1758)
- Hemeroplanes triptolemus* (Cramer, 1779)
- Madoryx pluto* (Cramer, 1779)
- Manduca albiplaga* (Walker, 1856)
- Manduca* "grupo" *diffissa*
- Manduca florestan* (Stoll, 1780)
- Manduca hannibal* (Cramer, 1779)
- Manduca lefeburei* (Guérin, 1844)
- Manduca* "grupo" *pellenia*
- Manduca rustica* (Fabricius, 1775)
- Manduca* sp.
- Neococytius cluentius* (Cramer, 1775)
- Nyceryx alophus ixion* (Burmeister, 1878)
- Nyceryx nictitans nictitans* (Boisduval, 1875)
- Pachylia ficus* (Linné, 1758)
- Pachylioides resumens* (Walker, 1856)
- Perigonia stulta* Herrich-Schaeffer, 1854
- Protambulyx strigilis* (Linné, 1771)
- Protambulyx eurycles* (Herrich-Schaeffer, 1854)
- Pseudosphinx tetrio* (Linné, 1771)
- Xylophanes aglaor* (Boisduval, 1875)
- Xylophanes anubus* (Cramer, 1777)
- Xylophanes ceratomioides* (Grote, 1867)
- Xylophanes chiron nechus* (Cramer, 1777)
- Xylophanes eumedon* (Boisduval, 1875)
- Xylophanes porcus continentalis* Rothschild & Jordan, 1903
- Xylophanes schausi* (Rothschild, 1894)
- Xylophanes tersa* (Linné, 1871)
- Xylophanes thyelia* (Linné, 1758)
- Xylophanes titana* (Druce, 1878)
- Xylophanes tyndarus* (Boisduval, 1875)
- Xylophanes xylobotes* (Burmeister, 1878)

Obs.: Tivemos dificuldades em determinar as espécies do gênero *Manduca*. *M.* "grupo" *pellenia* e "grupo" *diffissa*, possivelmente, incluem espécimens de espécies diferentes das acima.

## RESULTADOS

**Abundância relativa.** Na fig. 1 são apresentadas freqüências relativas das tribos dos Sphingidae em termos de número de espécies, para fins de comparação. O gráfico da fauna mundial de Sphingidae baseia-se na estimativa de Hodges (1971). Já os dados da América do Norte (Norte do México) são reais e representam vários anos de pesquisas e análise bibliográfica levantadas pelo autor acima. Os da República do Uruguai (BIEZANKO *et al.*, 1957, 1962) e Pelotas (Rio Grande do Sul) (BIEZANKO, 1948) também resultam de levantamento do material de museu, pesquisas e análise bibliográfica. O gráfico de Costa Rica (Puerto Viejo, província de Heredia) é resultado de onze meses de pesquisa feita por YOUNG (cf. YOUNG, 1972).

Como se nota, em escala mundial predominam os Macroglossini, ou seja, de 900 — 1.000 espécies conhecidas, aproximadamente 400 (cerca de 44% do total) pertencem a essa tribo. É seguida pelos Smerinthini com aproximadamente 200 espécies (22%), Sphingini com aproximadamente 150 (17%), Dilophonotini com aproximadamente 130 (14%) e Philampelini, com aproximadamente 20 (2%). Na América (ao Norte do México) existem cerca de 115 espécies (Hodges, 1971), das quais 44 (ou seja, 39,3% do total) pertencem a Sphingini, 26 (22,6%) a Dilophonotini, 25 (21,7%) a Macroglossini, 11 (9,6%) a Smerinthini e 9 (7,8%) a Philampelini. Nessa região, comparada com a fauna mundial, há uma melhor representatividade de Sphingini, Dilophonotini e Philampelini, enquanto que as proporções de Smerinthini e Macroglossini são menores.

Ainda não se tem informações da Região Neotropical como um todo. Os dados disponíveis, entretanto, diferem bastante, tanto do padrão (mundial) quanto dos da Região Neártica. Traço comum entre as faunas das áreas dessa Região parece ser a predominância de Dilophonotini. A Repú-

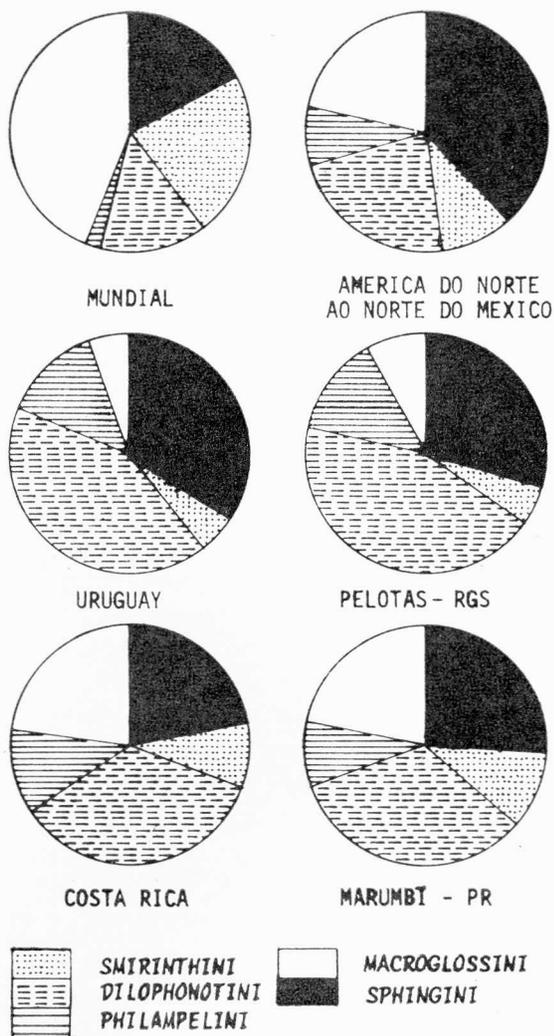


Fig. 1: Abundância relativa das tribos de Sphingidae, em número de espécies. *Fontes dos dados:* Mundial — Hodges, 1971 — estimativa. América, ao Norte do México (inclusive a Groenlândia) — Hodges, 1971 — resultado de vários anos de pesquisa, levantamento de material de museu e análise bibliográfica. Uruguai — Biezanko, Ruffinelli e Carbonell, 1957, 1962 — idem. Pelotas, RS — Biezanko, 1948 — estudo de material de coleções, levantamentos de campo e análise bibliográfica. Costa Rica (Finca la Selva, próximo a Puerto Viejo, Província de Heredia) — Young, 1972 — observações feitas pelo autor acima, durante onze meses (janeiro 1970 — novembro 1970) em Sphingidae atraídos pela luz das janelas iluminadas da casa da estação de campo de La Selva.

blica do Uruguai e Pelotas (Brasil, RGS) são extremamente semelhantes quanto à abundância relativa. Na República do Uruguai entre 38 espécies, 16 (42,1% do total) pertencem a Dilophonotini, 13 (34,2%) a

Sphingini, 5 (13,2%) a Philampelini, 2 (5,3%) a Smerinthini e Macroglossini, respectivamente. E, em Pelotas entre 37 espécies, 16 (43,2% do total) pertencem a Dilophonotini, 11 (29,7%) a Sphingini, 5 (13,5%) a Philampelini, 3, (8,1 %) a Macroglossini e 2 (5,7%) a Smerinthini. Marumbi (Brasil, PR) e Puerto Viejo (Província de Heredia, C. Rica) são muito semelhantes entre si, quanto à abundância relativa. Em Marumbi, entre 55 espécies coletadas, 18 (32,7% do total) pertencem a Dilophonotini, 14 (25,5%) a Sphingini, 12 (21,8%) a Macroglossini, 6 (10,9%) a Smerinthini e 5 (9,1%) a Philampelini. E, em Costa Rica (Puerto Viejo) entre 69 espécies registradas por YOUNG, 24 (34,8% do total) pertencem a Dilophonotini, 16 (23,2%) a Macroglossini, 15 (21,7%) a Sphingini, 8 (11,6%) a Philampelini e 6 (8,7%) a Smerinthini. Já Puerto Viejo e Marumbi, quando comparados com Pelotas e República do Uruguay mostram diferenças notáveis. Em Marumbi e Puerto Viejo há pequena diminuição da taxa de Sphingini e Dilophonotini e um aumento bastante acentuado de Macroglossini e outro menos acentuado de Smerinthini.

A esfingofauna de Marumbi em termos qualitativos também é bastante mais semelhante a de Puerto Viejo ( $QS^* = 0,59$ ) do que a de Pelotas ( $QS = 0,49$ ). Esta, por outro lado, tem acentuada semelhança com a da República do Uruguay ( $QS = 0,77$ ).

A fauna da América do Norte (ao Norte do México) comparada com a da República do Uruguay mostra um QS relativamente baixo (0,33), como é de se esperar. A semelhança entre a esfingofauna de Pelotas e da República do Uruguay não é difícil de se explicar, uma vez que essas duas áreas são bastante próximas e estão dentro de uma

mesma formação vegetal bastante homogênea em composição florística (campo). A semelhança entre a esfingofauna de Marumbi e Puerto Viejo baseia-se no mesmo princípio: ambas situam-se em condições ecológicas parecidas, pois Puerto Viejo fica na zona de "floresta muito úmida premontana tropical" (HOLDRIDGE, 1967 — *apud* YOUNG, 1972). Por outro lado, uma das características dos Sphingidae, como grupo, é apresentar um grande número de espécies com distribuição ampla, muitas delas cosmopolitas. Isso explica o estabelecimento de comunidades de composição semelhantes em lugares de condições ambientais similares, ainda que separados por distâncias enormes, como é o caso de Marumbi e Puerto Viejo.

Na tabela I são apresentados os números de espécies e indivíduos por gênero coletado em Marumbi. Como se nota, há gêneros com um número de espécies bastante elevado. O mais numeroso é *Xylophanes*, com 12 espécies, ou seja, 21,8% do total. YOUNG (1972) também encontrou um elevado número de espécies em Puerto Viejo. Entre 69 espécies de Sphingidae anotadas por YOUNG (1972) nessa área, 16 pertencem a *Xylophanes*, i. e., 23,2% do total. Em Marumbi, os outros gêneros relativamente ricos em espécies são: *Manduca*, com 8 (14,5%), *Erinnyis* e *Eumorpha*, com 5 espécies (9,1% do total), cada. Em Puerto Viejo (cf. YOUNG, *op. cit.*), *Manduca* (citado como *Phlegethonius*) e *Eumorpha* (citado como *Pholus*) estão representados por 8 espécies (11,6%), cada, enquanto que *Erinnyis* por apenas 4 (5,8%). A dominância de *Xylophanes* em número de espécies portanto parece ser uma das características das comunidades de Sphingidae das florestas muito úmidas premontanas tropicais e subtropicais da América. *Manduca* e *Eumorpha* também são bastante ricos em espécies nessas áreas. Em Pelotas (cf. BIEZANKO, 1948), o gênero dominante é *Manduca* (citado como *Phlegetonius*), com 7 espécies (18,9% do total), seguido por *Eumorpha* (citado como *Pholus*),

\* Quociente de similaridade (Sorensen, 1948, cf. Southwood, 1971). Obs: Para o cálculo do QS entre Marumbi e Puerto Viejo foram excluídos *Xylophanes* e *Manduca*, por apresentarem espécies identificadas apenas por código numérico.

TABELA I

Número de espécies e indivíduos de Sphingidae coletados em Marumbi, PR.  
(F = fêmeas, M = machos, T = total)

Tribos	Gêneros	N.º de espécies	N.º de indivíduos		
			F	M	T
Sphingini	<i>Manduca</i>	8	18	168	186
	<i>Cocytius</i>	4	9	51	60
	<i>Agrius</i>	1	22	23	45
	<i>Neococytius</i>	1	0	3	3
Smirinthini	<i>Adhemarius</i>	4	3	60	63
	<i>Protambulyx</i>	2	1	6	7
	<i>Erinnyis</i>	5	180	337	517
	<i>Callionima</i>	3	5	40	45
Dilophonotini	<i>Perigonia</i>	1	0	20	20
	<i>Enyo</i>	2	7	2	9
	<i>Pachylioides</i>	1	1	7	8
	<i>Pseudosphinx</i>	1	3	4	7
	<i>Nyceryx</i>	2	0	4	4
	<i>Pachylia</i>	1	2	2	4
	<i>Madoryx</i>	1	0	2	2
	<i>Hemeroplanes</i>	1	0	1	1
	Philampelini	<i>Eumorpha</i>	5	7	69
Macroglossini	<i>Xylophanes</i>	12	36	253	289
Total	18	55	294	1.052	1.346

com 5 (13,5%) e *Xylophanes*, com apenas 3 (8,1 %). Na República do Uruguai (cf. BIEZANKO *et al.*, 1957 e 1962), o gênero mais rico em espécies é *Manduca* (citado como *Protoparce*), com 6 (17,1%). É seguido por *Erinnyis* e *Eumorpha* com 5 (14,3%), cada. No Uruguai, segundo dados dos autores

acima, há apenas duas espécies de *Xylophanes*. Ou seja, aparentemente a importância desse gênero diminui nas regiões temperadas da América. É interessante notar ainda que há um gradiente no número médio de espécies de Sphingidae por gênero, como sugerem os seguintes dados:

	T	Sph.	Smi.	Dil.	Phi.	Mac.
América (ao Norte do México)	2,9	3,7	2,5	2,2	9,0	2,5
Puerto Viejo (Costa Rica)	3,8	7,5	3,0	3,4	8,0	16,0
Marumbi (PR, Brasil)	3,1	3,5	3,0	1,8	5,0	12,0
Pelotas (RS, Brasil)	1,9	2,5	1,0	1,8	5,0	3,0
República do Uruguai	1,8	2,5	1,0	1,6	5,0	2,0

Ou seja, o número médio de espécies por gênero geralmente é maior nas regiões tropicais, diminuindo nas latitudes mais elevadas.

O número de gêneros (G), representado pelos diversos números de espécies (E) (dispostos segundo o arranjo E/G), em Marumbi, é o seguinte: 1/8, 2/3, 3/1, 4/2, 5/2, 8/1, 12/1.

Há, pois, um grande número de gêneros com poucas espécies, enquanto que os gêne-

ros com muitas espécies são mais raros. Esta é a situação mais comum para as comunidades que vivem em ambiente complexo e relativamente estável como é a região de Marumbi.

Como se nota ainda pela Tabela II a ordem de abundância (em indivíduos) entre as tribos é a seguinte: Dilophonotini (45,8%), Sphingini (21,8), Macroglossini (21,5), Philampelini (5,6) e Smirinthini (5,2), sendo portanto muito semelhante a da abundância em número de espécies.

TABELA II

Distribuição de frequências de espécies de Sphingidae com diferentes números de indivíduos coletados em Marumbi, PR

Indivíduos por espécie	Número de espécies		Indivíduos por espécie	Número de espécies	
	Observado	Série log*		Observado	Série log
1	7	11,9	14	1	0,7
2	6	5,9	15	2	0,7
3	5	3,9	16	1	0,6
4	1	2,9	17	—	0,6
5	3	2,3	18	1	0,5
6	1	1,9	19	—	0,5
7	3	1,6	20	3	0,5
8	3	1,4	21	—	0,5
9	1	1,2	22	—	0,4
10	1	1,1	23	—	0,4
11	1	1,0	24	—	0,4
12	1	0,9	25	1	0,4
13	—	0,8			

e, em 26, 30, 33, 38, 41, 43, 45, 47, 80, 83, 84, 107 e 380.

Número total de espécies 55  
 Número total de indivíduos 1.346

\* Série logarítmica (Fisher — cf. Williams, 1964)

Na amostra de Marumbi como um todo (Tabela II; Fig. 2) há um grande número de espécies representadas por poucos indivíduos e poucas espécies representadas por muitos indivíduos. Pela série logarítmica de Fisher (FISHER, COBERT AND WILLIAMS, 1943 — cf. WILLIAMS, 1964), o  $n_1$  calculado (11,9) é bastante mais elevado que o observado (7). O  $n_2$  calculado (5,9) é praticamente igual ao observado (6). O  $n_3$  calcu-

lado (3,9) também assemelha-se ao observado (5). Os demais valores são relativamente semelhantes. Como se vê as frequências observadas seguem, pelo menos grosseiramente, a distribuição da série logarítmica de Fisher. A carência de dados adequados para comparações impedem de se chegar a conclusões definitivas sobre esse aspecto no momento.

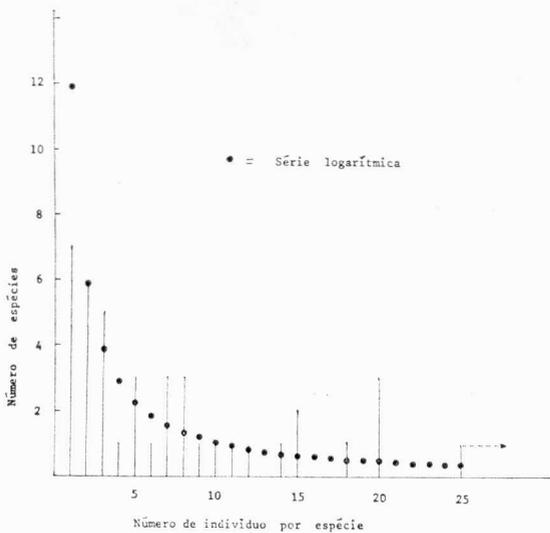


Fig. 2: Distribuição de freqüências (observadas e calculadas — série logarítmica de Fisher — Williams, 1964) de espécies de Sphingidae com diferentes números de indivíduos coletados em Marumbi, PR.

As espécies dominantes: abundância relativa e proporção sexual. Na figura 3 estão representadas as espécies dominantes por suas freqüências (%) e os limites de confiança, calculados pelo método de KATO *et al.* (cf. SAKAGAMI & MATSUMURA, 1967) do seguinte modo:

$$\text{Limite superior: } \frac{n_1 F_0}{n_2 + n_1 F_0} \times 100 \quad \begin{matrix} n_1 = 2(k+1) \\ n_2 = 2(N-k+1) \end{matrix}$$

$$\text{Limite inferior: } \left[ 1 - \frac{n_1 F_0}{n_2 + n_1 F_0} \right] \times 100 \quad \begin{matrix} n_1 = 2(N-k+1) \\ n_2 = 2(k+1) \end{matrix}$$

Onde  $N$  é o número total de indivíduos capturados e  $k$  o número de indivíduos de cada espécie.  $F_0$  é obtido através da Tabela de distribuição  $F$ , nos graus de liberdade  $n_1$  e  $n_2$  ( $p = 0,05$ ). São consideradas espécies dominantes as que apresentam um limite de confiança inferior maior que o limite de confiança superior obtido para  $k = 0$ . É apresentada também a proporção sexual (círculo), sendo que a secção negra é o número de fêmeas.

A espécie mais abundante da amostra é *E. ello*, com 380 indivíduos (28,2% do total). É seguida por *X. chiron nechus*, com 107 (7,9); *E. cenotrus*, 84 (6,2); *M. florestan* 83 (6,2); *M. "grupo" pellenia*, 80 (6,0); *C. lucifer*, 47 (3,5); *A. cingulatus*, 45 (3,4); *E. alope*, 43 (3,2); *X. thyelia*, 41 (3,1); *Eu. translineata*, 38 (2,8); *X. tersa*, 33 (2,5); *X. titana*, 30 (2,2); *Ad. eurysthenes*, 26 (1,9); *Ca. nomius*, 25 (1,9); *X. tyndarus*, *X. xylobotes* e *Perigonia stulta*, 20 (1,5), cada; *X. ceratomioides*, 18 (1,3); *Eu. anche-mola*, 16 (1,2); *Ad. palmeri*, *Ca. parce*, 15 (1,1), cada; *Eu. labruscae*, 14 (1,0); *Ad. germanus*, 12 (0,9); *X. porcus continentalis*, 11 (0,8); *Ad. gannascus*, 10 (0,7); *C. duponchel*, 9 (0,6); *E. crameri*, *Pa. resumens*, *E. lugubris*, 8 (0,6), cada; *Eu. satellitia analis*, *Ps. tetrio* e *M. "grupo" diffissa*, 7 (0,5), cada, e *M. hannibal*, 6 (0,4).

São poucas as informações sobre os Sphingidae de áreas restritas. No Brasil, apenas BIEZANKO (1948) fornece algumas informações sobre o assunto, ao estudar os Sphingidae que ocorrem em Pelotas (RGS) e arredores. Segundo esse autor, as espécies mais comuns naquela área são: *Manduca sexta paphus*, *M. diffissa petuniae* (citada como *P. petuniae diffissa*). E, entre outras espécies, as mais numerosas são: *Eumorphia fasciata*, *Eu. vitis* e *Eu. labruscae*. Reporta ainda como espécie comum *Xylophanes tersa* e que em certos anos as lagartas de *Agrilus cingulatus* aparecem também em maior quantidade. Diz ainda que em Pelotas e seus arredores *Erinnyis alope* e *E. ello* nunca foram coletados em grandes quantidades e que *Xylophanes chiron nechus* e *Manduca florestan* são raras. Comparando-se as informações de BIEZANKO (1948) sobre os Sphingidae de Pelotas e arredores com a composição das espécies dominantes em Marumbi ficam evidentes diferenças básicas entre a ordem de abundância desses heteróceros nas duas áreas.

Quanto à proporção sexual, entre as 34 espécies dominantes de Marumbi, em apenas

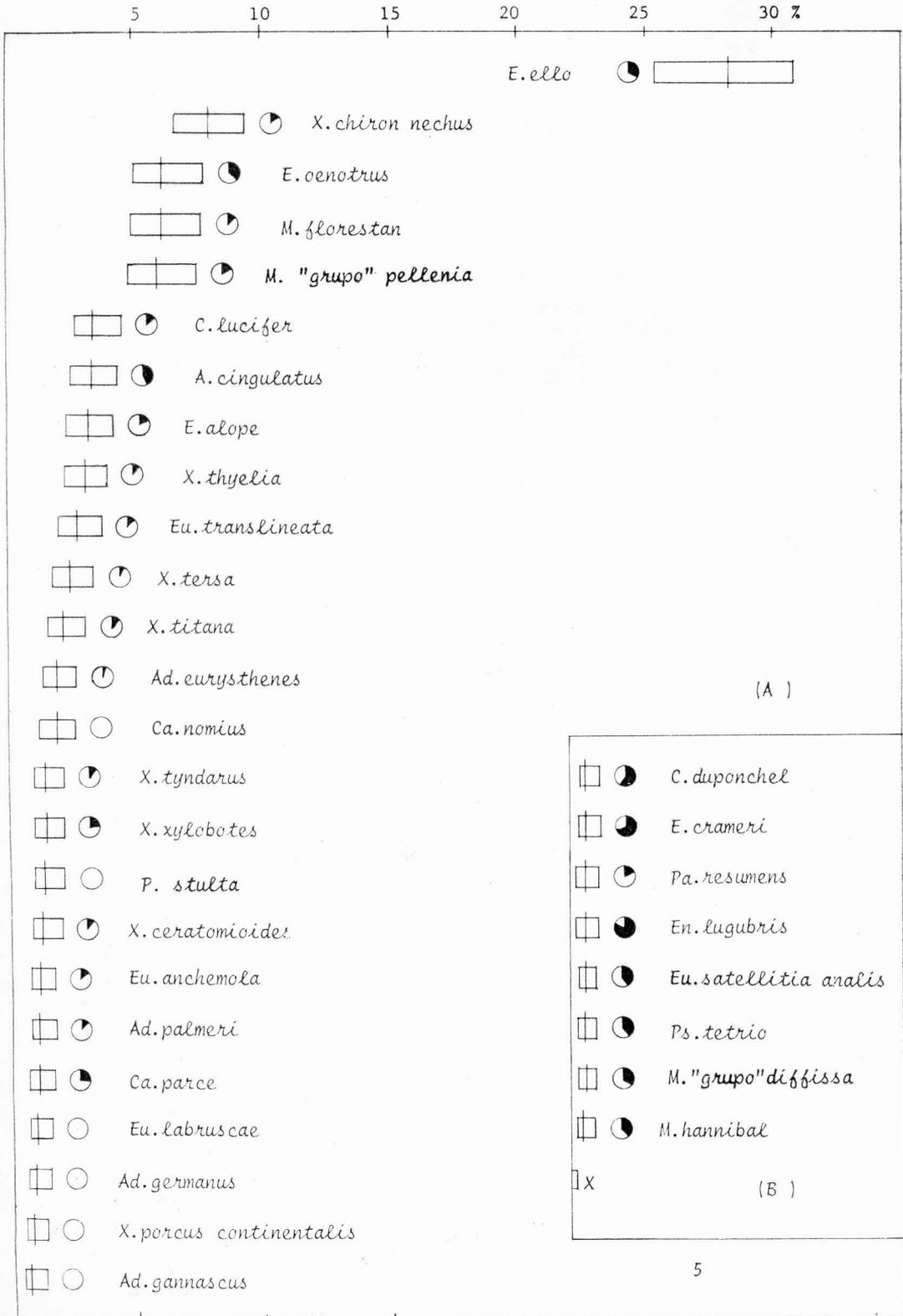


Fig. 3: Abundância relativa (em %) entre as espécies dominantes de Marumbi, PR. (Limites de confiança calculados pelo método de Kato et al., 1952).

três (*C. duponchel*, *E. crameri* e *En. lugubris*) foram coletadas mais fêmeas que machos e em uma (*A. cingulatus*) o número de machos foi semelhante ao de fêmeas. Nas demais, o número de machos foi maior que o de fêmeas. Esses resultados são semelhantes aos de Williams (1939). Esse autor, ao se referir à proporção sexual entre os heteróceros coletados através de armadilhas luminosas, disse o seguinte: "So it may be seen that in the Lepidoptera there is a strong evidence that a light trap attracts more males than females in nearly all species; but that the actual percentage is very different in different species, and that there are a few exceptional cases in which more females than males are caught." Na amostra de Marumbi, dos 1.346 indivíduos capturados, 1.052 são machos e 294 fêmeas, i. e., a razão aproximada de 3,6 machos por fêmea.

**Aspectos fenológicos gerais.** A figura 4 mostra as tendências estacionais dos Sphingidae coletados em Marumbi (D), com dados sobre velocidade do vento (A), condições de tempo (B) e temperatura média (C) durante as coletas. Infelizmente não há informações sobre o clima de Marumbi. Com base nos dados de Paranaguá (Altitude: 5 m) (a cerca de 60 km ao Leste de Marumbi) e Curitiba (Altitude: aproximadamente 900 m) (a cerca de 50 km a Oeste) (ver MAACK, 1968) nota-se, no entanto, que o mês mais frio na região é julho, quando a temperatura média começa a subir atingindo um máximo em janeiro, para então decrescer.

Em Marumbi mui raramente ocorrem geadas durante o inverno. A maior precipitação ocorre normalmente entre os meses de janeiro (Curitiba) e fevereiro (Paranaguá) e as menores em abril e agosto (Curitiba) e em julho (Paranaguá). Ocorre ainda nas duas localidades um período seco em novembro.

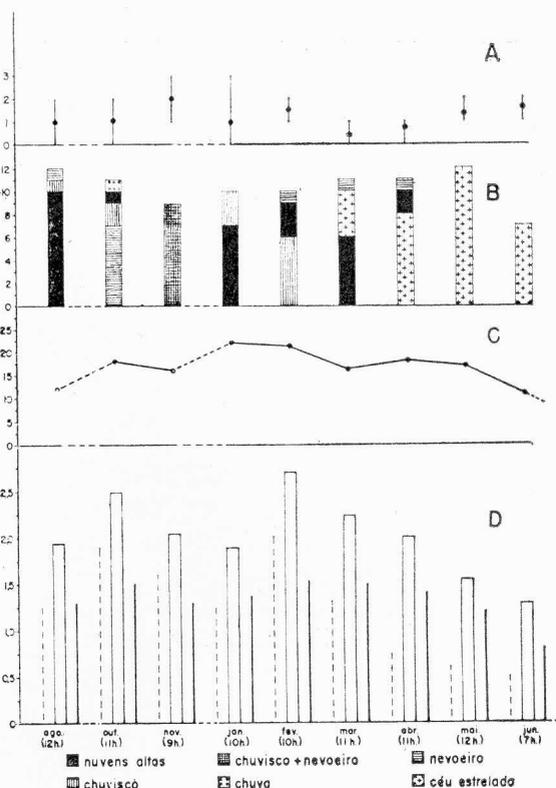


Fig. 4: Fenologia dos Sphingidae de Marumbi, PR. A: velocidade do vento (escala de Beauford) (as extremidades das linhas indicam a amplitude de variação e o ponto a velocidade média do vento durante cada noite). B: condições de tempo (em horas). C: temperatura média (em °C). D: a linha tracejada indica o número de fêmeas, a barra, o número total de exemplares e a linha contínua grossa, o número de espécies (todos em escala logarítmica —  $\log N+1$ ).

Para se medir as flutuações em número de qualquer animal ativo, através de sua atividade, há uma dificuldade bastante grande (ver SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967), uma vez que se deve levar em consideração dois tipos de "populações" das quais as amostras são tomadas. No presente caso, a primeira delas, A, constituída de todos os Sphingidae adultos habitando a área e a outra B, pelos Sphingidae ativos e atraídos pela luz. A razão B/A varia dependendo das condições atmosféricas, especialmente no presente caso, em que as propriedades atrativas da luz variam dependendo das condições de tempo reinantes. A tolerância dos Sphingidae aos diversos componentes am-



	Ago.	Out.	Nov.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.
<i>H. triptolemus</i>									
<i>E. ello</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ca. nomius</i>		*		*	*	*	*	*	
<i>X. xylobotes</i>		*	*	*		*	*	*	
<i>Pr. strigilis</i>		*		*		*		*	
<i>Ad. palmeri</i>		*			*	*	*	*	
<i>M. florestan</i>		*	*	*	*	*	*	*	
<i>C. lucifer</i>		*	*	*	*	*	*	*	
<i>Eu. translineata</i>		*	*		*	*	*	*	
<i>X. tersa</i>			*	*	*	*	*	*	
<i>Ps. tetrio</i>		*	*	*			*	*	
<i>X. aglaor</i>		*				*	*		
<i>Eu. anchemola</i>		*	*	*	*	*			
<i>X. ceratomioides</i>		*		*	*	*			
<i>En. lugubris</i>		*	*	*	*	*			
<i>N. alophus ixion</i>		*				*			
<i>E. crameri</i>		*	*		*	*			
<i>A. cingulatus</i>		*	*		*	*			
<i>X. schausi</i>		*			*				
<i>Ne. cluentius</i>		*			*				
<i>Pc. ficus</i>		*		*					
<i>M. lefeburei</i>		*							
<i>X. eumedon</i>		*							
<i>X. porcus continentalis</i>			*			*	*		
<i>Ma. phlo</i>			*						
<i>M. hannibal</i>				*	*		*		
<i>X. anubus</i>				*	*				
<i>M. "gr." diffissa</i>				*	*				*
<i>E. obscura</i>					*				
<i>M. albiplaga</i>					*				
<i>M. rustica</i>					*				
<i>E. satellitia analis</i>					*	*	*		
<i>Eu. vitis</i>					*				
<i>Manduca sp.</i>						*			
<i>En. ocypele</i>								*	

	Total	Ago.	Out.	Nov.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
N.º total de exemplares	1.346	83	281	110	67	488	169	96	34	18
N.º de fêmeas	294	20	83	39	17	107	18	5	3	2
% de fêmeas	21,8	24,1	29,5	35,5	25,4	21,9	10,7	5,2	8,8	21,8

A interpretação dos dados acima é difícil, entretanto, alguns comentários podem ser feitos. WILLIAMS (1939) ao analisar os fatores que afetam a proporção sexua em Noctuidae apresenta informações que evidenciam serem as fêmeas mais raras em suas armadilhas luminosas no incio das gerações que no fim. Diz ainda que o primeiro macho aparece em média 5-6 dias antes que a primeira fêmea. WILLIAMS constata também

algumas diferenças entre duas gerações anuais das espécies bivoltineas, mas revela que tais diferenças não são constantes para todas as espécies. Por exemplo, em *Noctua rubi* (Noctuidae) a proporção de fêmeas é menor na segunda geração enquanto que em *Leucania pallens* e em dois geometrídeos (*Coremia unidentaria* e *C. ferrugata*) é maior. E, em *Noctua cenigrum* a diferença não é significativa. Entre os Sphingidae de

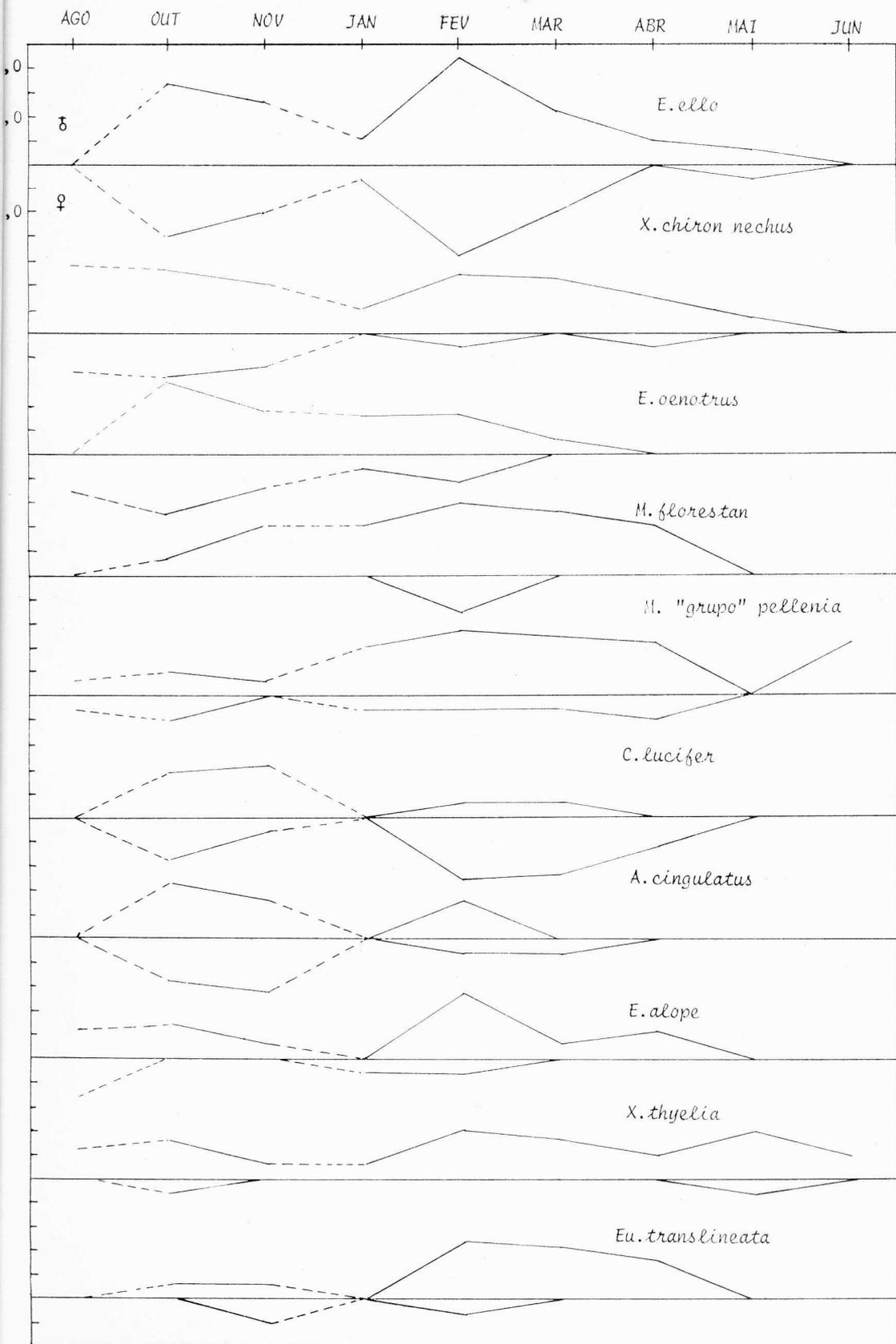


Fig. 5: Oscilação do número de indivíduos (em escala logarítmica) das dez espécies mais abundantes coletadas em Marumbi, PR.

Marumbi é possível que hajam também tendências semelhantes, porém os dados em estudos não são adequados para esse tipo de análise, ficando portanto apenas registrada a diminuição das porcentagens de fêmeas nos meses de outono e início do inverno.

*Sucessão das espécies dominantes.* Na Figura 6 é apresentada a frequência (em %) e respectivos limites de confiança (calculados pelo método de KATO *et al.*, *op. cit.*), para  $p = 0,05$ , de cada espécie dominante coletada durante o mês. É mostrado também o índice de diversidade calculado pelo método de MARGALEF, 1951 (cf. SOUTHWOOD, 1971).

AGOSTO: Amostra pequena em número de indivíduos, porém relativamente bem diversificada (índice de diversidade: 4,3). As espécies mais abundantes foram: *X. chiron nechus* (38,6% dos indivíduos capturados), *E. alope* (10,8), *Perigonia stulta* (8,4), *X. tyndarus* (7,2), *E. oenotrus* (6,0), *X. thyelia*, *C. duponchel* e *Ad. eurysthenes* (3,6, cada), *X. titana*, *Pa. resumens* e *Manduca* "grupo" *pellenia* (2,4, cada). Os indivíduos das nove espécies restantes correspondem a 10,8% do total da amostra.

OUTUBRO: O número de indivíduos e espécies cresce bastante. Índice de diversidade: 5,7. *E. ello*, ausente na amostra de agosto, é a espécie melhor representada (28,5% do total dos indivíduos). É seguida por *E. oenotrus* (18,9), *X. chiron nechus* (9,3), *A. cingulatus* (7,1), *X. tyndarus* (5,0), *C. lucifer* (3,2), *X. ceratomioides*, *X. thyelia* e *Ad. eurysthenes* (2,1, cada), *M. lefeburei*, *E. crameri*, *E. alope* (1,8, cada). Os indivíduos das 21 espécies restantes correspondem a 16,4% do total.

NOVEMBRO: Queda acentuada do número de indivíduos e espécies. Índice de diversidade: 4,0. A temperatura permaneceu abaixo de 17°C a maior parte da noite. *E. ello* continua dominando (24,6%). É se-

guida por *Agrius cingulatus* (16,4), *X. chiron nechus* (11,8), *E. oenotrus* (10,0), *M. florestan* (9,1), *X. porcus continentalis*, *X. tersa* (3,6, cada), *Eu. translineata*, *Eu. labruscae*, *X. xylobotes* (2,7 cada). Os indivíduos das 10 espécies restantes correspondem a 12,7% do total.

JANEIRO: O número de indivíduos continua a decrescer, porém o de espécies aumenta um pouco. Índice de diversidade: 5,0. *M. florestan* é a espécie mais abundante (14,9%). Segue-se *M. "gr." pellenia* (13,4), *E. ello* (11,9), *E. oenotrus* (9,0), *X. xylobotes* (6,0), *X. tersa*, *Ca. nomius*, *Ad. eurysthenes* e *Ca. parce* (4,5, cada), *X. chiron nechus*, *Ad. germanus*, *Eu. anchemola* e *X. ceratomioides* (3,0, cada). Os indivíduos das nove espécies restantes correspondem a 14,9% do total.

FEVEREIRO: Pico de atividades, tanto em indivíduos como em espécies. Índice de diversidade: 5,3. Violenta erupção de *E. ello*, com quase a metade dos indivíduos coletados (49,2%). É seguida por *M. florestan* (7,0), *E. alope* (4,7), *M. "gr." pellenia* (4,5), *C. lucifer* (3,9), *Eu. translineata*, *X. chiron nechus* e *X. titana* (3,3, cada), *X. tersa* (2,1), *X. thyelia* (1,8), *E. oenotrus* (1,6), *Eu. anchemola* (1,4), *Eu. labruscae*, *Ca. nomius*, *A. cingulatus*, *Ca. parce* (1,2, cada). Os indivíduos das 18 espécies restantes correspondem a apenas 9,0% do total.

MARÇO: Queda acentuada no número de indivíduos e menos acentuada no número de espécies. Índice de diversidade: 5,9. *E. ello* continua dominando (12,4%). É seguida por *M. florestan* (11,2), *M. "gr." pellenia* (9,5), *C. lucifer* (8,9). *Eu. translineata* e *X. chiron nechus* (7,1, cada), *Ca. nomius* (4,7), *X. thyelia*, *X. ceratomioides*, *X. xylobotes*, *X. porcus continentalis* e *P. stulta* (3,6, cada), *Ad. eurysthenes* e *X. titana* (3,0, cada), e *X. tersa* (2,4). Os indivíduos das 16 espécies restantes correspondem a 13,0% do total.

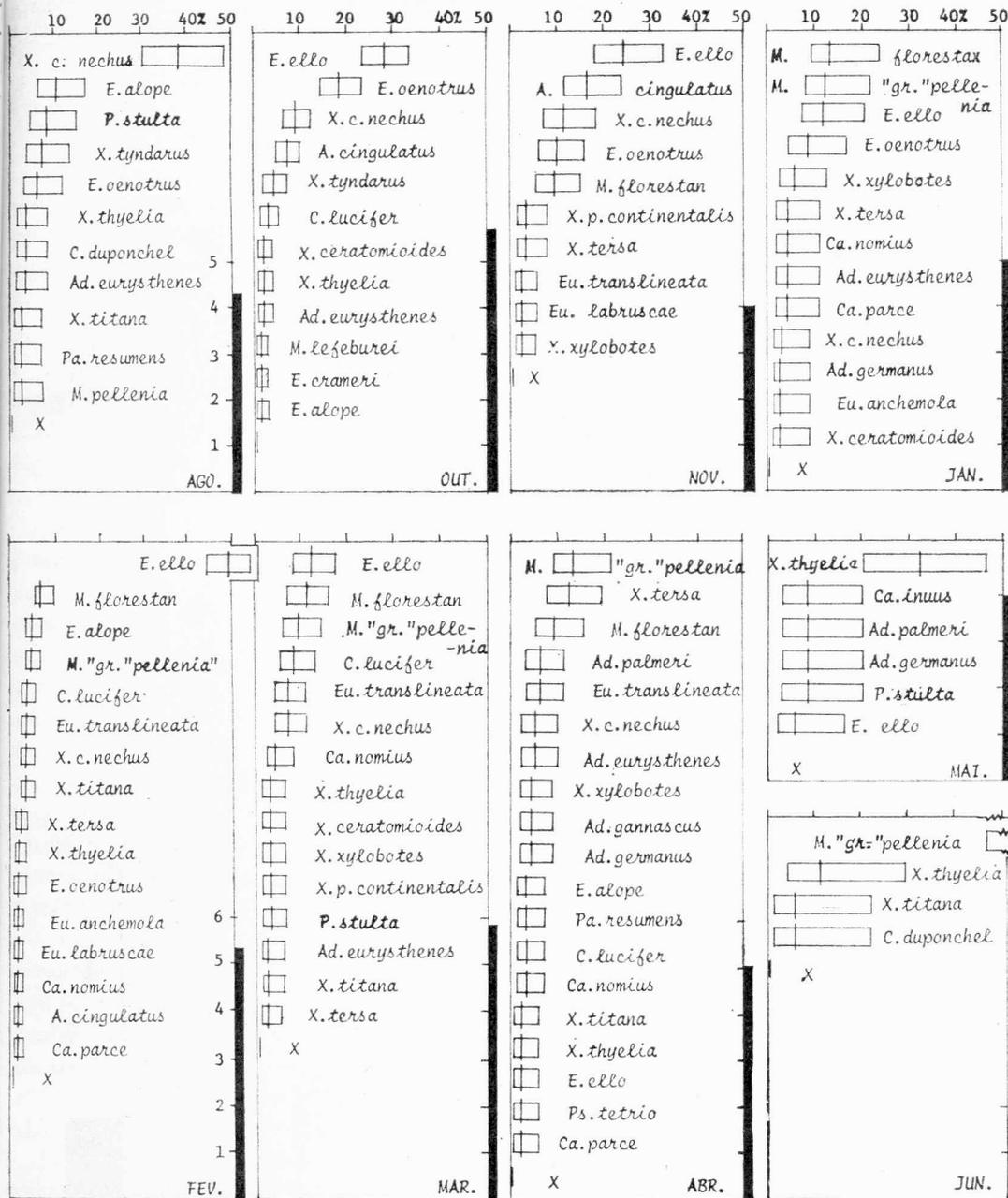


Fig. 6: Sucessão das espécies dominantes, dada pelo método da probabilidade de ocorrência. A barra preta indica o índice de diversidade (calculado pelo método de Margalef, 1951).

ABRIL: O número de indivíduos e espécies continua a diminuir. Índice de diversidade: 5,0. Cerca de 2/3 do tempo o céu permaneceu descoberto, o que provavelmente afetou o tamanho da amostra. Espécies mais abundantes: *M. "gr." pellenia* (14,6%),

*X. tersa* (12,5), *M. florestan* (9,4), *Ad. palmeri* e *Eu. translineata* (6,3, cada), *X. chiron nechus* e *Ad. eurysthenes* (5,2, cada), *X. xylobotes*, *Ad. gannascus* e *Ad. germanus* (4,2, cada). *E. alope*, *Pa. resumens*, *C. lucifer* e *Ca. nomius* (3,1, cada), *X. titana*, *X.*

*thyelia*, *E. ello*, *Ps. tetrio* e *Ca. parce* (2,1, cada). Os indivíduos das cinco espécies restantes correspondem a 5,2% do total.

**MAIO:** O número de indivíduos e espécies bastante mais baixo que em abril. Índice de diversidade: 4,0. Durante a noite as condições foram bastante adversas (céu estrelado e temperatura baixa). As espé-

cies mais abundantes são: *X. thyelia* (32,4%), *Ca. inuus*, *Ad. palmeri*, *Ad. germanus* e *P. stulta* (8,8, cada), *E. ello* (5,9). Os indivíduos das nove espécies restantes correspondem a 26,5% do total.

**JUNHO:** O menor número de indivíduos e espécies do ano. Durante a noite as condições foram péssimas (céu descoberto e

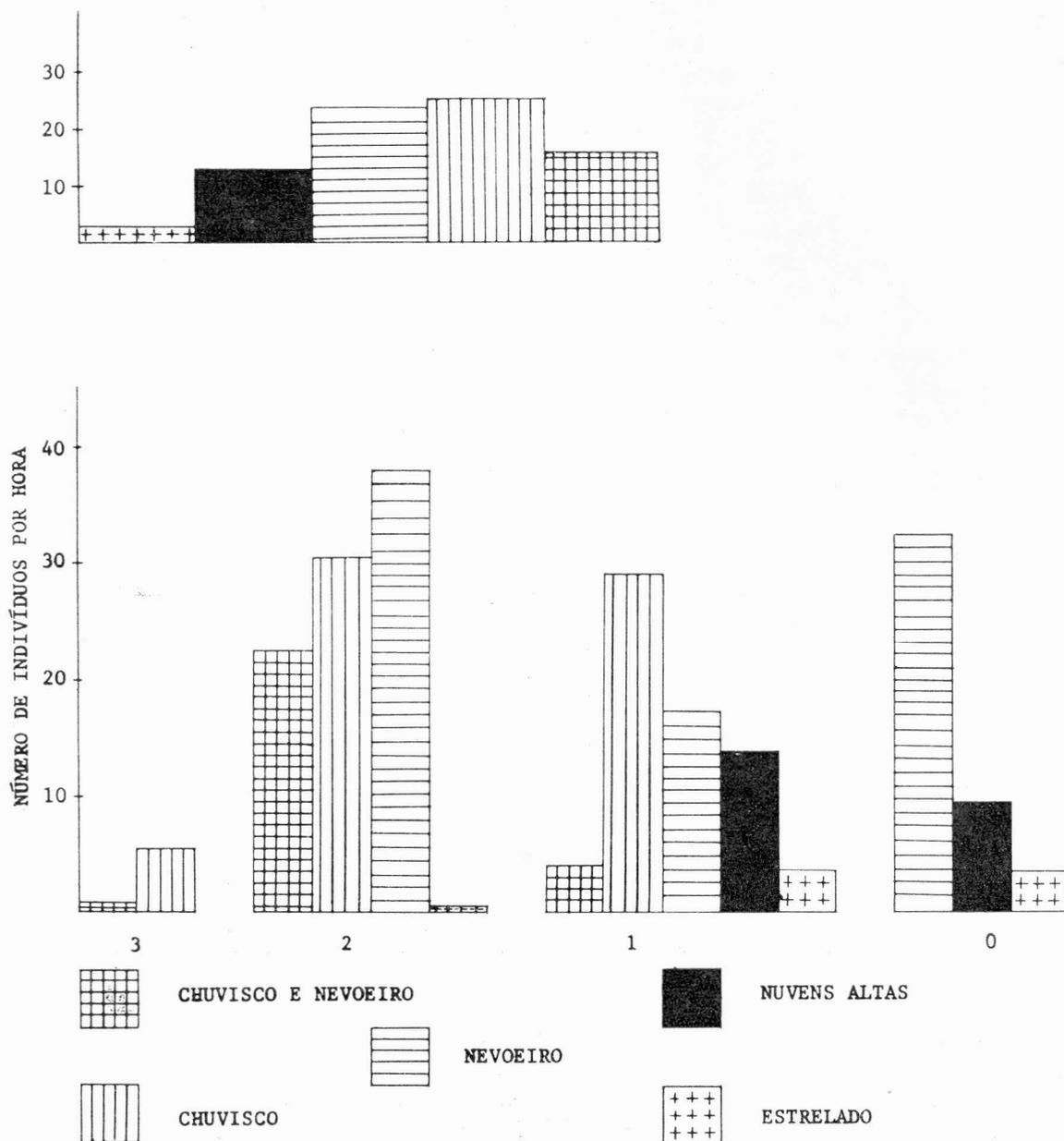


Fig. 7: Influência das condições gerais de tempo e velocidade do vento (na base do gráfico os números da escala de Beauford) na atração dos Sphingidae à luz em Marumbi, PR.

temperatura muito baixa). As espécies coletadas foram as seguintes: *M. "gr." pellenia* (66,7%), *X. thyleia* (11,1), *X. titana*, *C. duponchel*, *M. "gr." diffissa* e *Ca. parce* (5,6, cada).

*Influência de alguns fatores ambientais na atração dos Sphingidae à luz.* Sem a pretensão de se chegar a conclusões definitivas, são apresentadas abaixo algumas informações sobre as relações entre a frequência dos Sphingidae à luz e alguns fatores ambientais. Tais informações são bastante incompletas, porém, são aqui apresentadas em caráter preliminar esperando que sejam de alguma utilidade para o planejamento de futuros estudos mais detalhados.

Como se observa pela figura 7 aparentemente a frequência dos Sphingidae à luz aumenta no sentido céu estrelado → céu encoberto → nevoeiro → chuvisco. A queda verificada entre chuvisco e chuvisco + nevoeiro (ao mesmo tempo) possivelmente foi influenciada pela baixa temperatura pois das 11 horas e 30 minutos de duração dessa condição, em nove horas a temperatura esteve abaixo de 17°C. Nestas nove horas foram coletados 109 exemplares (12,1 exemplares por hora), enquanto que nas duas horas e trinta minutos restantes com temperatura acima de 17°C foram capturados cerca de 70 exemplares (cerca de 27 exemplares por hora). As informações obtidas evidenciam portanto que durante a ocorrência de nevoeiro e/ou chuvisco há maior frequência de Sphingidae à luz, do que quando não ocorrem esses hidro-meteoros, como, aliás já é conhecido empiricamente pelos colecionadores de heteróceros noturnos.

Aparentemente o número de exemplares por hora varia também dependendo da velocidade do vento como o evidenciam os dados abaixo:

Graus Beauford	número de exemplares por hora
0	11,5
1	11,2
2	21,1
3	2,1

Ou seja, aparentemente em ventos com velocidade de 0 (zero) a 1 a frequência dos Sphingidae à luz mantém-se constante. Na velocidade 2, a frequência aumenta e na três há uma considerável diminuição.

TABELA IV

Frequência de Sphingidae à luz em diferentes temperaturas (Marumbi, PR)

Temperatura (°C)	Número de exemplares	Tempo (horas)	Número de exemplares por hora
0 — 12,9	75	20	3,8
13 — 16,9	296	33	8,9
17 — 20,9	590	25	23,6
21 — 23,9	255	15	17,0

Aparentemente o número de indivíduos que chegam à luz por hora aumenta à medida que a temperatura se eleva, atingindo uma frequência máxima entre 17-20,9°C (Tabela IV). Aliás, talvez a influência negativa da temperatura possa servir para explicar a baixa frequência de Sphingidae à luz em novembro, em cuja noite de coleta ocorria nevoeiro e chuvisco durante quase o tempo todo, e além disso, a velocidade do vento esteve entre 1 e 3 e média igual a 1.

As condições mais favoráveis de coleta portanto parecem ser — ocorrência de chuvisco e/ou nevoeiro, temperatura elevada (20-21°C) e vento com velocidade de cerca de 2 (graus Beauford).

ABSTRACT

ESSAY ON SPHINGIDAE COMMUNITY ECOLOGY IN SERRA DO MAR, PARANÁ, SOUTH BRAZIL

Monthly occurrence, abundance and diversity of Sphingidae were studied at Marumbi — a relatively undisturbed area in the premontane subtropical wet forest zone in Serra do Mar, Paraná, South Brazil,

during nine months (August 1966 — June 1967). The total sample, consisting of 55 species, shows the predominance of Dilophonotini (18 species), followed by Sphingini (14), Macroglossini (12), Smirinthinini (6) and Philampelini (5). The Sphingid assemblage of Marumbi is also compared with informations of other places of the temperated and tropical zones in terms of relative abundance, diversity and phenology.

### SUMÁRIO

Ocorrência mensal, abundância e diversidade de Sphingidae são estudadas em Marumbi — numa área relativamente pouco perturbada pelo homem, na zona de floresta muito úmida premontana subtropical, na Serra do Mar, Paraná, Sul do Brasil durante nove meses (agosto, 1966 — junho, 1967). A amostra, constituída de 55 espécies, mostra a predominância de Dilophonotini (18 espécies), seguida por Sphingini (14), Macroglossini (12), Smirinthinini (6) e Philampelini (5). A comunidade de Sphingidae de Marumbi é comparada também com informações de outras localidades das zonas tropical e temperada em termos de abundância relativa, diversidade e fenologia.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIEZANKO, C. M. DE, 1948, Sphingidae de Pelotas e seus Arredores (Contribuição ao Conhecimento da Fisiografia do Rio Grande do Sul). *Ed. do Autor*. 8 p. Pelotas RS.
- BIEZANKO, C. M. DE & RUFFINELLI, A. & CARBONELL, C. S., 1957, Lepidoptera del Uruguay. Lista Anotada de Espécies. *Rev. Fac. Agron. (Univ. de la República)*, 46: 1-152.
- BIEZANKO, C. M. DE & RUFFINELLI, A. & CARBONELL, C. S., 1962, Lepidoptera del Uruguay. Notas Complementarias. II. *Rev. Fac. Agron. (Univ. de la República)*, 50: 47-117.
- HARLING, J., 1968, Meteorological Factors Affecting the Activity of Night Flying Macro-Lepidoptera. *Entomologist*, 101 (1259): 83-93.
- HERTEL, R. J. G., 1969, Aspectos Interessantes da Vegetação do Paraná. *História do Paraná, Gráfica Editora Paraná Cultural Ltda.*, Vol. II: 131-241.
- HODGES, R. W., 1971, Sphingoidea. *The Moths of America North of Mexico, Including Greenland*, Fasc. 21, XI + 159 pp., 14 plates.
- HOLDEN, P. B. & MERRY, E. R., 1967, A Study of Night-Flying Lepidoptera. *Entomologist*, 100 (1247): 85-93.
- HOLDRIDGE, L., 1967, Life Zone Ecology. San Jose, Costa Rica, *Tropical Science Center*, 206 pp.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1959, ATLAS DO BRASIL, 2.<sup>a</sup> ed.
- KLEIN, R. M., 1961, Aspectos Fitofisionômicos da Mata Pluvial da Costa Atlântica do Sul do Brasil. *Bol. Soc. Arg. Bot.*, 9:121-140.
- MAACK, R., 1949, Notas Complementares à Apresentação Preliminar do Mapa Fitogeográfico do Paraná (Brasil). *Arq. Mus. Paranaense*, 7: 351-361.
- MAACK, R., 1968, Geografia Física do Estado do Paraná. 305 pp. Curitiba, PR.
- ROTHSCHILD, W. & JORDAN, P., 1903, A Revision on the Lepidoptera Family Sphingidae, CXXXV + 972 pp., 67 pls., *Novitates Zoologicae*, IX, Suppl., London.
- SAKAGAMI, SH. F., MATSUMURA, T., 1967, Relative Abundance, Phenology and Flower Preference of Andrenid Bees in Sapporo, North Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Japan. J. Ecol.*, 16(6): 237-250.
- SAKAGAMI, SH. F., LAROCA, S. AND MOURE, J. S., 1967, Wild Be Biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report. *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, Series VI, Zool., 16(2): 253-291.
- SOUTHWOOD, T. R. E., 1971, Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations. xii + 391 pp. London.
- STELLFELD, C., 1949, Fitogeografia Geral do Estado do Paraná. *Arq. Mus. Paranaense*, 7: 309-349.
- WILLIAMS, C. B., 1935, The Time of Activity of Certain Nocturnal Insects. Chiefly Lepidoptera, as Indicated by Light Trap. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 83: 523-555.
- WILLIAMS, C. B., 1936, The Influence of Moonlight on the Activity of Certain Nocturnal Insects, Particularly of the Family Noctuidae as Indi-

- cated by Light. *Trap. Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, (B), 226: 257-389
- WILLIAMS, C. B., 1939, An Analysis of For Years Captures of Insects in the Light Trap. Part. I. General Survey; Sex Proportion; Phenology and Time of Flight. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 89: 79-132
- WILLIAMS, C B., 1964, Patterns in the Balance of Nature and Related Problems in Quantitative Ecology. vii + 324 p. London.
- YOUNG, A. M., 1972, Notes on a Community Ecology of Adult Sphinx Moths in Costa Rica Lowland Tropical Rain Forest. *Carib. J. Sci.* 12(3-4): 151-163.