

A comunidade de abelhas silvestres
(Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras
(Paraná, Brasil): aspectos ecológicos
e biogeográficos ¹

The wild bee community
(Hymenoptera, Apoidea) of "Ilha das Cobras"
(Paraná, Brazil): ecological and
biogeographical aspects ¹

DENI SCHWARTZ FILHO²
& SEBASTIAO LAROCA³

Desde que Charles Darwin percorreu o arquipélago de Galápagos, traçando as primeiras e mais importantes linhas da teoria da evolução, até os dias atuais, o estudo de ilhas tem contribuído de maneira decisiva na elucidação de alguns conceitos integrados à moderna ecologia, tais como: competição, adaptação, extinção, colonização, sucessão e dispersão. Na década de 1960, MACARTHUR & WILSON (1963 e 1967) propuseram uma teoria sintética denominada "*Teoria da Biogeografia de Ilhas*". Esta teoria, baseada em dados quantitativos (grande parte referente à avifauna de vários

¹ Contribuição n.º 1175 do Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, UFPR — Caixa Postal 19.020 — CEP 81.531-990 Curitiba, PR, Brasil. Extrato de tese de mestrado. ² e ³ Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia), UFPR; ³ Professor Sênior (UFPR) e Bolsista do CNPq (Proc. 300178/88-3), *Email*: slaroca@netpar.com.br. ² *Endereço*: Rua Fagundes Varela n.º 1093 — CEP 1093 — 82.520-040 Curitiba, PR, Brasil.

arquipélagos do Pacífico), envolve modelos matemáticos que visam, entre outras coisas, explicar os padrões de distribuição biogeográfica das espécies através dos processos de colonização e extinção. Desde então, vários estudos têm sido publicados sobre a biogeografia de ilhas (*e. g.* MACARTHUR, 1972; MACARTHUR, DIAMOND & KARR, 1972; MACARTHUR *et al.*, 1973; SIMBERLOFF, 1974; VUILLEUMIER & SIMBERLOFF, 1980; BROWN, 1981; BERRY, 1983 e SUDGEN, 1983); no entanto, são poucos os trabalhos sobre comunidades de abelhas em ilhas e a maioria desses se baseia em dados qualitativos, coletados sem uma metodologia padronizada, o que dificulta qualquer abordagem com enfoque biogeográfico.

A metodologia de amostragem padronizada que permite obter dados qualitativos e quantitativos das comunidades de abelhas e plantas visitadas, desenvolvida em meados da década de 1960 por Sakagami e Laroca, em estudos realizados especialmente nas regiões leste paranaense (SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967, Laroca, 1972) e norte do Japão (SAKAGAMI & MATSUMURA, 1967), possibilitou o desenvolvimento de vários trabalhos abordando aspectos como: abundância relativa, diversidade, fenologia e relações entre abelhas e plantas. Desde então, boa parte destes trabalhos foram realizados em regiões subtropicais no sul do Brasil por Laroca e seus alunos e colaboradores (*e.g.*, SAKAGAMI & LAROCA, 1971 a e b; LAROCA, 1972; LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982; CURE, 1983; ORTH, 1983; TAURA, 1990 e BORTOLI & LAROCA, 1990; LAROCA & ALMEIDA, 1994; ORTOLAN & LAROCA, 1996). LAROCA (1972) e ZANELLA (1991) estudaram associações de abelhas silvestres de duas áreas do litoral paranaense que, geograficamente, situa-se na região subtropical, mas que apresenta vários elementos característicos da região tropical (MAACK, 1968). Entre os estudos de comunidades de abelhas silvestres em regiões tropicais destacam-se: HEITHAUS (1974, 1979 a, b e c), CAMARGO & MAZUCATO (1984) e SILVEIRA & CAMPOS (1995). Outros estudos, que utilizaram basicamente a mesma metodologia, foram realizados em algumas regiões temperadas, principalmente no Japão e Estados Unidos (*e. g.* SAKAGAMI & MATSUMURA, 1967; MATSUMURA & MUNAKATA, 1969; MUNAKATA, 1971; SAKAGAMI & FUKUDA, 1973; MATSUMURA, SAKAGAMI & FUKUDA, 1974; UEHIRA, AKAHIRA & SAKAGAMI, 1979 e LAROCA, 1983).

A partir de dados coletados segundo a mesma metodologia, ZANELLA (1991) comparou duas comunidades de abelhas silvestres no litoral paranaense: uma no continente (Alexandra, dados de LAROCA, 1972) e outra em uma ilha próxima: Ilha do Mel. Tal comparação demonstrou haver redução da diversidade e alteração na composição apifaunística da comunidade insular, em relação à comunidade do continente. Infelizmente naquele trabalho, não foi possível o aprofundamento das questões biogeográficas, já que para isso, seria necessária a amostragem de pelo menos três locais com características distintas pois, com somente duas amostras, não é possível uma abordagem quantitativa que possa indicar gradientes ou tendências. Com o objetivo de possibilitar tal aprofundamento, reunimos no presente estudo, informações sobre a associação de abelhas silvestres da Ilha das Cobras, uma ilha próxima também à Alexandra, porém 104 vezes menor que a Ilha do Mel. Estas três amostras em conjunto formam um excelente modelo para estudos biogeográficos, pois representam condições diferentes de insularidade (o termo "*insularidade*" é aqui empregado como o isolamento biótico observado em um ambiente insular, decorrente da interação entre o seu tamanho e a eficiência da barreira que a delimita) e são na verdade fragmentos modificados do ecossistema original que foi subdividido em um dado momento. Teoricamente, temos um "*gradiente de insularidade*" entre o continente, que deve representar o ecossistema original, a Ilha do Mel, com uma condição supostamente intermediária e a Ilha das Cobras, cuja pequena área deve impor restrições sérias para a manutenção da plena diversidade (ver ZANELLA, SCHWARTZ FILHO & LAROCA, 1998). Várias das análises biogeográficas deste trabalho partem do pressuposto que os resultados devem seguir este mesmo gradiente.

Um dos principais aspectos biogeográficos abordados foi a influência da insularidade sobre a extinção preferencial de alguns grupos de abelhas silvestres nas ilhas. Segundo MACARTHUR & WILSON (1967), a extinção é um dos fatores mais importantes na diferenciação entre as faunas continentais e insulares. A extinção preferencial de alguns grupos em ilhas é seguida imediatamente pelo aumento das populações dos grupos remanescentes, principalmen-

te os que competiam diretamente com os grupos extintos, o que pode ser denominado “*compensação de densidade*” (MACARTHUR, DIAMOND & KARR, 1972). A partir deste princípio, podem-se determinar quais grupos são potencialmente competidores. Isto é especialmente válido para o presente trabalho, pois os dados dos três locais de coleta possuem informações sobre a abundância de indivíduos por espécie ou por família de abelha.

Outro fator importante na biogeografia de ilhas é a migração de espécies entre ilhas e entre essas e o continente (MACARTHUR & WILSON, 1967). Porém, devido à escassez de dados a respeito da capacidade migratória em abelhas, o assunto é discutido apenas teoricamente. Paralelamente procuramos utilizar alguns métodos para determinar a diversidade nas três comunidades de abelhas, pois esta, segundo MACARTHUR & WILSON (1967) está diretamente relacionada ao tamanho da ilha e ao seu grau de isolamento.

Outro objetivo do presente estudo foi contribuir para o conhecimento da biodiversidade e biocenótica dos Apoidea a partir de dados provenientes das coletas na Ilha das Cobras. Tais dados incluem: composição apifaunística, composição da flora melitófila, fenologia das espécies de plantas e abelhas, ciclos anuais e ciclos diários de atividades das espécies de abelhas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O presente estudo compara amostras provenientes de três locais da planície litorânea paranaense: Alexandra (AL), que localiza-se no continente a aproximadamente 13 km a oeste da cidade de Paranaguá, foi amostrada entre 1969 e 1970 (LAROCA, 1972); Ilha do Mel (IM), uma ilha continental localizada na entrada da Baía de Paranaguá, foi amostrada em 1988 (ZANELLA 1991) e Ilha das Cobras (IC), uma outra ilha continental, muito menor que a primeira, situada inteiramente dentro da Baía de Paranaguá e cujos dados (coletados pelo autor em companhia de F. Zanella entre 1986 e 1987) são aqui apresentados (Fig. 1).

A Planície Litorânea Paranaense, que inclui os três locais de coleta, limita-se a oeste pela Serra do Mar formando uma faixa de 10 a 20 Km de largura e altitudes em geral inferiores a 10 m. Sua origem sedimentar é explicada em parte pelas variações do nível do mar entre o Terciário e Quaternário. Elevações de rochas cristalinas formam “ilhas” na planície de sedimentos (BIGARELLA, 1978); isto é muito evidente na Ilha do Mel e na Ilha das Cobras, onde o espaço entre os morros é totalmente preenchido por sedimentos (Fig. 3).

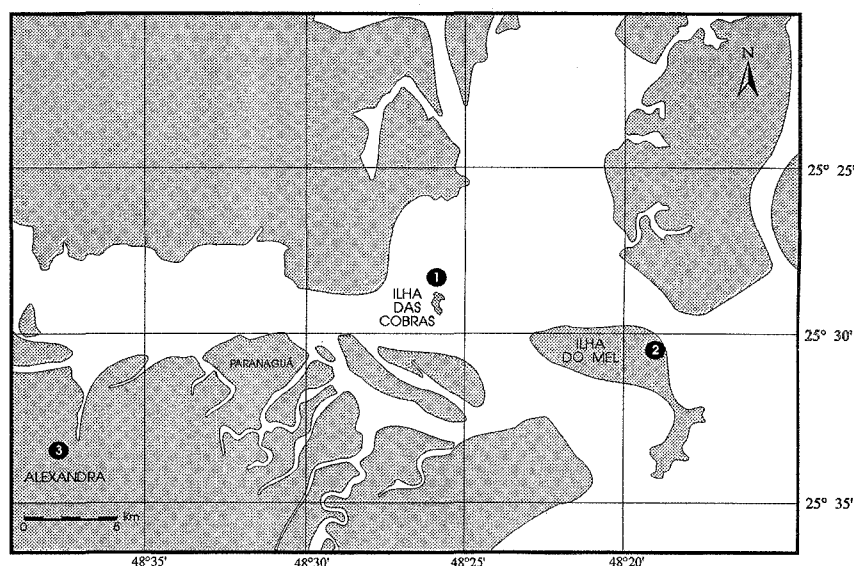


Fig. 1. Mapa da região da Baía de Paranaguá mostrando os locais de coleta: Ilha das Cobras (1), Ilha do Mel (2) e Alexandra (3). Paraná, sul do Brasil.

De acordo com a classificação de Koeppen, o clima na região pode ser caracterizado como Cfa, ou seja, clima pluvial temperado, tendo o mês mais frio temperaturas entre -3° C e 18° C; com clima sempre úmido, com chuvas em todos os meses do ano e temperaturas médias no mês mais quente do ano acima dos 22° C (BIGARELLA, 1978). Entretanto, MAACK (1968) propõe que a região seja

enquadrada como “Zona Tropical de Transição”, pois as características fitogeográficas de sua vegetação, denominada “Mata Pluvial-Tropical”, são muito semelhantes às de regiões tropicais. Segundo o sistema de classificação de HOLDRIDGE (1967), que classifica uma determinada região de acordo com “Zonas de Vida”, a região pode ser caracterizada como “*Floresta Úmida Pré-Montana Subtropical*”.

Dados coletados na estação Meteorológica de Paranaguá (25° 31' 18" lat. Sul, 48° 30' 48" long. W. Grw. e 5 m de altitude), nos períodos de 1885 a 1889, 1910 a 1938 e 1946 a 1961 (MAACK, 1968) são comparados aos coletados durante o período de amostragem na Ilha das Cobras (1986/87), pela estação meteorológica do Ministério da Agricultura em Paranaguá (no mesmo local). Na Figura 2, podemos observar que as médias mensais de temperatura e precipitação durante o período de coleta foram semelhantes às médias citadas por MAACK (1968), com exceção da alta precipitação ocorrida entre os meses de janeiro e fevereiro de 1987.

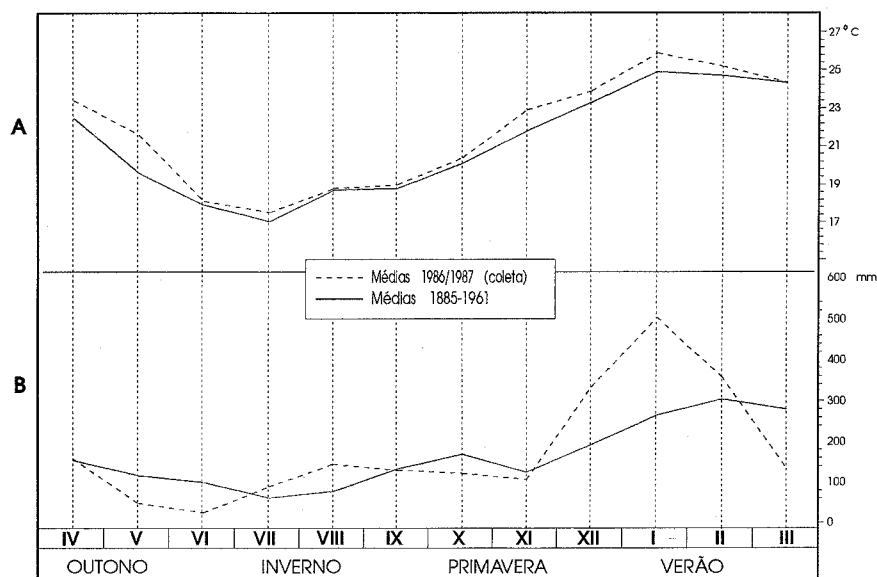


Fig. 2. Comparação entre as médias mensais de temperatura (A) e precipitação (B) durante o período 1885-1961 (normal) e as médias ocorridas durante o período de coleta na Ilha das Cobras (1986-1987). Tomadas na Estação Meteorológica de Paranaguá, Paraná, sul do Brasil.

Os dados meteorológicos das amostras de Alexandra e da Ilha do Mel, bem como a descrição detalhada destas áreas, não foram abordados no presente trabalho, pois aparecem nos trabalhos de LAROCA (1974) e ZANELLA (1991).

A Ilha das Cobras situa-se dentro da Baía de Paranaguá, a $48^{\circ} 26'$ longitude oeste, $25^{\circ} 29'$ latitude sul e altitude variando de 0 a 55 metros. Constituída de dois morros (formação cristalina), cujos cumes distam cerca de 500 metros e uma área central de natureza sedimentar (Fig. 3), sua área total é de 26,50 hectares (*cf.* Instituto de Terras e Cartografia do Paraná). A menor distância em relação ao continente é 2.540 m e, em relação a outras ilhas, 2.370 m (Ilha Rasa) e 5.270 m (Ilha do Mel).

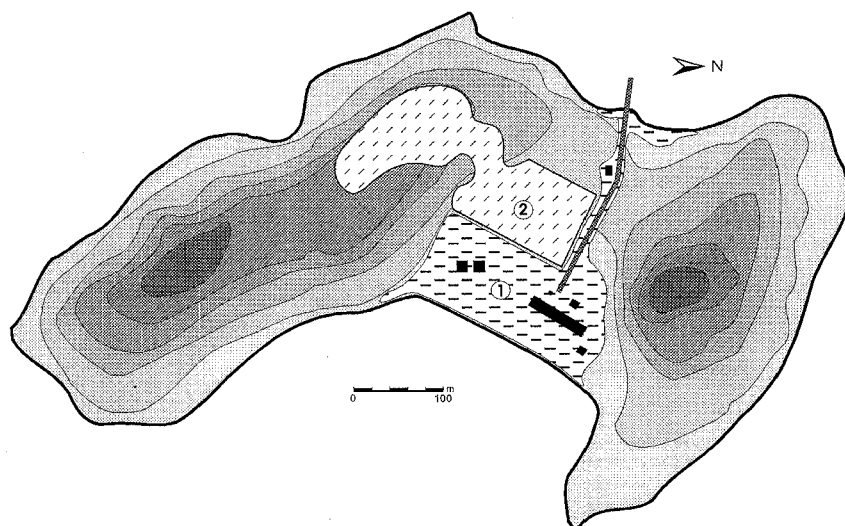


Fig. 3. Mapa da Ilha das Cobras mostrando as duas sub-áreas de coleta: P (1) e C (2). As diferentes tonalidades de cinza representam curvas de nível de 10 em 10 metros (desenho baseado no croqui fornecido pelo Instituto de Terras, Cartografia e Florestas do Paraná).

A vegetação na Ilha das Cobras foi sendo alterada ao longo dos anos, pois a ilha já serviu de reformatório infantil, leprosário, quarentenário para animais e mais recentemente residência de férias

do Governador do Estado. Uma grande área da ilha, inclusive boa parte de um dos morros, é revestida por gramíneas exóticas, remanescentes da época em que a Ilha servia como quarentenário de bovinos. Tal área foi por muitos anos constantemente queimada para “controlar” os ofídios peçonhentos. Nas áreas onde a topografia dificultou as práticas agrícolas (principalmente nos cumes dos morros), encontram-se formações que podem ser caracterizadas como “*Floresta Ombrófila Densa*”. Entre a floresta e as áreas mais alteradas, encontram-se formações de mata secundária, onde observam-se grandes quantidades de Melastomataceas de porte arbustivo ou arbóreo (*Tibouchina* spp.), bem como uma variedade de espécies de Compositae (*Baccharis* spp., *Mikania* spp., *Eupatorium* sp.).

A região sedimentar da Ilha das Cobras, onde encontram-se as construções, foi quase totalmente alterada. Nas proximidades das casas, são cultivadas várias espécies ornamentais e frutíferas, tais como (*Malvaviscus arboreus*, *Hibiscus pernambucensis*, *Psidium guayava*, *Citrus limon*, *Terminalia catappa*, *Inga edulis*, *Cordyline terminalis*). Nessa área, as roçadas relativamente constantes não permitem o desenvolvimento de plantas arbóreas; observa-se no entanto, uma variedade de plantas exóticas e ruderais, de porte herbáceo ou arbustivo, principalmente nos lugares mais afastados das casas (*Sida* spp., *Emilia sonchifolia*, *Wedelia paludosa*, *Enhydra sessilis*, *Bidens pilosa*, *Porophyllum ruderale*, *Borreria verticillata*, *Richardia brasiliensis*, *Diodia radula*, *Croton glandulosus*, *Sophora tomentosa*, *Crotalaria mucronata*, *Vigna luteola* e *Erythrina speciosa*). Bem próximo às praias, observa-se uma vegetação rasteira típica, que é pouco perturbada pela ação antrópica (*Ipomoea* spp. e outras espécies de porte herbáceo). Algumas porções da Ilha possuem espécies típicas de mangues (*Aiouea saligna*).

As coletas na Ilha das Cobras foram realizadas em duas sub-áreas (1 e 2 — Fig. 3), denominadas respectivamente P e C. A primeira, ocupando uma grande parte da área sedimentar, inclui as áreas próximas às construções, as praias e uma pequena faixa ao longo de uma trilha que corta a ilha de um lado ao outro. A segunda ocupando uma pequena parte da área sedimentar (um heliporto abandonado) e grande parte das áreas alteradas de um dos morros.

2.2 AMOSTRAGEM

O método de amostragem foi basicamente o descrito por SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967). Este consiste em capturar, com o auxílio de uma rede entomológica, abelhas sobre flores ou em vôo. Tais coletas devem ser periódicas de maneira que sejam amostradas espécies ocorrentes durante todos os meses. As abelhas, coletadas sempre nos mesmos horários do dia, são separadas em diferentes frascos mortíferos por hora e espécie de planta onde foram capturadas. Não deve haver qualquer tipo de escolha na captura das abelhas. Antes e depois de cada hora de coleta, são anotados os dados meteorológicos como temperatura e umidade relativa, através de termômetro e psicrômetro dispostos em um abrigo meteorológico portátil que é pendurado a um metro e vinte centímetros do solo. São também anotados outros dados climáticos como a nebulosidade, através de estimativa da área encoberta numa escala de zero a dez, a velocidade do vento através da escala de Beaufort, a direção do vento e a insolação. Deve-se percorrer cerca de 1/4 da área de coleta a cada hora de maneira que toda a área seja coberta durante as 4 horas de coleta; deve-se a cada dia de coleta alternar a "sub-área" por onde se inicia a coleta. Deve-se também evitar a permanência durante muito tempo em um mesmo local de maneira que um número máximo de espécies de plantas visitadas seja amostrado.

Possíveis distorções do método são discutidas detalhadamente em SAKAGAMI, LAROCA & MOURE (1967) e LAROCA (1972); incluem: a influência das coletas sobre o tamanho das populações amostradas; diferenças entre coletores, o que poderia representar diferentes esforços de coleta; maior facilidade de coleta de espécies de abelhas maiores ou de vôo mais lento; dificuldade, ou mesmo impossibilidade de coleta de abelhas sobre flores de árvores altas.

Nos três locais de coleta, Alexandra (AL), Ilha do Mel (IM) e Ilha das Cobras (IC), a fim de não prejudicar a eficiência de captura, não foram recolhidos exemplares de *Apis mellifera* L. Como os cronogramas de coleta dos dois primeiros locais (AL e IM) foram detalhadamente descritos em seus respectivos trabalhos (LAROCA, 1972 e ZANELLA, 1991), apresentamos aqui, somente um resumo desses (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo dos cronogramas de coleta em Alexandra (AL), Ilha do Mel (IM) e Ilha das Cobras (IC).

LOCAL	INÍCIO	FIM	NÚMERO DE COLETAS	HORAS DE COLETA P/DIA	ABELHAS COLETADAS
AL	21/02/1969	27/01/1970	22	4	1784
IM	02/01/1988	16/12/1988	26	4	2064
IC	20/04/1986	05/04/1987	25	4/26*	1962 / 2121*

As coletas na Ilha das Cobras (IC) seguiram basicamente o método descrito acima, porém o número de horas por coleta foi aumentado de quatro para seis, para investigar mais detalhadamente a flutuação do número de abelhas nas diversas horas do dia e abranger espécies consideradas “crepusculares”, cuja presença é geralmente registrada nas primeiras e nas últimas horas do dia. No entanto, quando os dados de IC foram comparados aos dados de AL e IM, somente as abelhas coletadas nas 4 horas centrais foram selecionadas, para que não houvesse diferenças quanto ao esforço de coleta entre os locais. A fim de cobrir equitativamente as duas sub-áreas de coleta (P e C), o início de cada hora e dia de coleta era alternado entre ambas (Tabela 2).

Durante o período de coleta na Ilha das Cobras, a captura de abelhas foi sempre realizada por um único coletor, Deni Schwartz Filho (DS - 23 coletas) ou Fernando Zanella (FZ - 2 coletas), auxiliado por uma segunda pessoa, encarregada das anotações e coleta de exemplares de plantas visitadas (Tabela 2). A coleta N° 14 (19/10/87) não pôde ser realizada pela intensa chuva. Após as coletas, cada espécime de abelha foi alfinetado e etiquetado conforme coletor, data e hora de coleta, espécie de planta que visitava, além de receber um número de identificação para tombamento no banco de dados.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

As abelhas e plantas coletadas foram identificadas, sempre que possível, a nível de espécie. Em alguns casos, onde não foi possível a identificação específica, por se tratar de espécie ainda não descrita, ou por falta de material para comparação, os exemplares receberam o nome genérico seguido do código sp, mais o número da espécie (em relação ao gênero).

Os dados dos três locais de coleta (AL, IM, IC) foram codificados de maneira padronizada para facilitar as comparações entre as amostras e possibilitar a inclusão destes em bancos de dados com a mesma estrutura (Tabela 3). Os dados foram então digitados por Fernando Zanella e pelo autor, em três bancos de dados do tipo DBF (compatíveis com o gerenciador dBase III) e então convertidos para arquivos ASCII para implantação no computador DEC 10 - SYSTEM do Centro de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Paraná. Através do programa desenvolvido por Laroca e adaptado posteriormente por CURE & LAROCA (1984), os dados foram organizados hierarquicamente, possibilitando a impressão de várias listagens que auxiliaram na análise numérica dos dados. Paralelamente, foi desenvolvido um sistema alternativo para microcomputadores IBM-PC, que é mencionado no próximo item deste capítulo.

Para o cálculo dos índices de diversidade das três amostras (Ilha do Mel, Ilha das Cobras e Alexandra) foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (*cf.* KREBS, 1978), a partir da seguinte fórmula:

$$H = - \sum p_i \log p_i$$

onde, p_i é a proporção entre o número de indivíduos (n) ocorrendo na espécie (i) e o total de indivíduos (N) na amostra. Assim,

$$p_i = n_i/N$$

A componente equabilidade do índice de diversidade de Shannon-Wiener foi calculado pela fórmula:

$$E = H/H_{max}$$

onde, $H_{max} = \log S$ e S = número total de espécies.

Outro método para avaliar a diversidade nos três locais de coleta (IC, IM e AL) foi o de PRESTON (1948 e 1962). Para ajustar as frequências dos indivíduos, agrupados segundo classes de abundância — denominadas "oitavas" — à curva log-normal truncada, utilizou-se um programa de computador (GAUCH & CHASE, 1974) que usa como base a fórmula:

$$S_{(R)} = S_0 e^{-(a.R)^2}$$

onde, S = número de espécies por oitava (R)

S_0 = o número de espécies na moda

e = a base dos logaritmos naturais (2,7183)

R = é o número de oitavas à esquerda ou à direita da moda.

a = constante estimada pela fórmula:

$$a^2 = 1/(2s)^2$$

onde s é o desvio padrão.

Os índices de similaridade entre os locais de amostragem foram obtidos por meio de um programa BASIC feito por S. Laroca à partir da fórmula de MORISITA (1959), onde se calcula primeiramente o índice de diversidade (λ) de cada amostra, segundo o método de SIMPSON (1949):

$$\lambda = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

onde, n é o número de indivíduos de uma espécie e N é o número total de indivíduos da amostra. Em seguida é calculado o índice

de similaridade (C_λ) através da fórmula:

$$C_\lambda = \frac{2 \sum n_1 n_2}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2}$$

onde, n_1 e n_2 representam o número de indivíduos das mesmas espécies nas duas amostras; λ_1 e λ_2 são os valores de λ para cada uma destas amostras e N_1 e N_2 os números totais de indivíduos.

Para determinar quais foram as espécies predominantes de cada amostra, empregou-se o método KATO, MATSUDA & YAMASHITA (1952). Este método inicialmente calcula os limites de confiança (%) da abundância relativa de indivíduos através da seguinte fórmula:

$$\text{Limite superior} = [(n_1 \cdot fo) / (n_2 + n_1 \cdot fo)] \cdot 100$$

$$n_1 = 2(k+1) \quad n_2 = 2(N-k+1)$$

$$\text{Limite inferior} = [1 - (n_1 \cdot fo) / (n_2 + n_1 \cdot fo)] \cdot 100$$

$$n_1 = 2(N-k+1) \quad n_2 = 2(k+1)$$

onde: N = número total de indivíduos

k = número de indivíduos de cada grupo

fo = obtido da tabela de distribuição F, nos graus de liberdade n_1 e n_2 ($p=0,05$).

São consideradas predominantes, as espécies cujo limite de confiança inferior for maior que o limite superior para $k=0$.

2.4 PROGRAMA PARA ORGANIZAÇÃO DOS DADOS ECOLÓGICOS

Devido às facilidades proporcionadas pelo uso de microcomputadores, foi desenvolvido um novo sistema, semelhante ao concebido por Laroca (versão — CURE & LAROCA, 1984), que funciona em micros da linha IBM-PC. Este sistema, que usa diretamente os bancos de dados DBF (criados por um gerenciador Dbase ou compatível), primeiramente ordena hierarquicamente os dados de um ou mais campos selecionados a partir do banco de dados. Os campos selecionados são marcados como primários ou secundári-

Tabela 2. Cronograma de coleta na Ilha das Cobras. Sub-áreas de coleta: (P) e (C). Coletores: Deni Schwartz Filho (DS), Fernando Zanella (FZ). Obs: CH = Chuva.

Data	Hora I 07:00/08:00	Hora II 09:30/10:30	Hora III 10:30/11:30	Hora IV 12:30/13:30	Hora V 13:30/14:30	Hora VI 16:00/17:00	Abelhas Coletadas	Coletor
20/04/86	P	C	P	C	P	C	93	DS
04/05/86	C	P	C	P	C	P	109	DS
18/05/86	P(CH)	C(CH)	P	C	P	C	51	DS
01/06/86	C	P	C	P	C	P	25	DS
15/06/86	P	C	P	C(CH)	P(CH)	C	21	DS
29/06/86	C	P	C	P	C	P	51	DS
13/07/86	P	C	P	C	P	C	51	FZ
27/07/86	C	P	C	P	C	P	67	DS
10/08/86	P(CH)	C(CH)	P(CH)	C(CH)	P(CH)	C(CH)	0	DS
24/08/86	C	P	C	P	C	P	89	DS
07/09/86	P	C	P	C	P	C	90	FZ
21/09/86	C	P	C	P	C	P	17	DS
05/10/86	P	C	P	C	P	C	97	DS
19/10/86	*	*	*	*	*	*	0	*
02/11/86	P	C	P	C	P	C	69	DS
16/11/86	C	P	C	P	C	P	85	DS
30/11/86	P(CH)	C	P	C	P	C	98	DS
12/12/86	C	P	C	P	C	P	116	DS
29/12/86	P	C	P	C	P	C	71	DS
11/01/87	C	P	C	P	C	P(CH)	156	DS
25/01/87	P	C	P	C	P	C	94	DS
10/02/87	C	P	C	P	C	P	120	DS
22/02/87	P	C	P	C	P	C	168	DS
08/03/87	C	P	C	P	C	P	221	DS
23/03/87	P	C	P	C	P	C	153	DS
05/04/87	C(CH)	P	C	P(CH)	C(CH)	P(CH)	9	DS

Tabela 3. Estrutura dos bancos de dados de Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras.

Campo	Nº de Dígitos	Estados
Número do exemplar	4	- SEXO:
Família	1	0-Macho 1-Fêmea 2-Rainha 3-Operária 4-Sem informação
Gênero	2	
Espécie	3	
Sexo	1	- DESGASTE ALAR:
Desgaste alar	1	0-Intacta 1-Levemente desgastada 2-Medianamente desgastada
Carga de pólen	1	3-Fortemente desgastada 4-Sem informação
Ano de coleta	2	
Mês de coleta	2	
Dia de coleta	2	- CARGA DE PÓLEN
Hora de coleta	1	0-Sem pólen 1-Traço de pólen em qualquer parte do corpo
Área de coleta	1	2-Traços nos aparelhos coletores 3-Carga moderada
Família de planta	2	4-Carga quase completa 5-Carga completa 6-Outros materiais
Gênero de planta	2	7-Pólen mais outros materiais 8-Sem informação
Espécie de planta	3	

os. Essa classificação é útil, pois a subtotalização é feita a partir do último campo primário. Em seguida, são impressas de forma hierárquica, listagens com todos os *status* possíveis para cada campo selecionado. No último campo selecionado é apresentada ainda a soma de registros com *status* igual ao corrente. A cada mudança de *status* do último campo primário é feita uma subtotalização.

A listagem integral do programa-fonte, que foi inteiramente desenvolvido na linguagem Dbase III e, posteriormente, compilado em Clipper, versão Summer-87 (ver SCHWARTZ FILHO & LAROCA, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ASPECTOS DA FLORA MELITÓFILA

3.1.1 ESPÉCIES DE PLANTAS VISITADAS

De um total de 5876 abelhas coletadas entre os três locais de amostragem, Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL), cerca de 95% (5561) foram capturadas sobre as flores de 150 espécies vegetais (Tabela 4). A seguir apresentamos a relação de todas as espécies de plantas visitadas em cada um dos três locais de coleta. Os números das colunas à direita, representam respectivamente os códigos de família (primeiros 2 dígitos), gênero (dígitos centrais) e espécie (últimos 3 dígitos) para cada local de coleta.

	IC	IM	AL
AMARYLIDACEAE			
<i>Crinum salsum</i> Rav.		27 00 076	
ANACARDIACEAE			
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	16 04 005	28 00 077	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		28 00 148	
APOCYNACEAE			
<i>Forsteronia leptocarpa</i>			
(Hoker et Arnot) AL. DC.		25 00 020	
<i>Temnadenia stellaris</i> (Lindl.) Miers		25 00 059	
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	12 22 031		

	IC	IM	AL
ASCLEPIADACEAE			
<i>Oxypetalum banksii</i> Roem. & Schult.		14 00 073	
BIGNONIACEAE			
<i>Jacaranda puberula</i> Chamisso	19 32 053		24 41 058
BORRAGINACEAE			
<i>Cordia curassavica</i> (DC.) R. & S.	08 27 045	23 00 041	
CALYCERACEAE			
<i>Acycarpha spathulata</i> R. Br.		20 00 036	
COMBRETACEAE			
<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertner f.	14 41 070		
<i>Terminalia catappa</i> L.	14 20 028	21 00 037	
COMMELINACEAE			
<i>Commelina elegans</i> K.B.K			16 31 046
<i>C. virginica</i>		22 00 040	
COMPOSITAE			
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefling)			
Kuntze	01 19 024	01 00 090	
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lamarck) DC.	01 06 008	01 00 104	01 05 015
<i>Ageratum conyzoides</i> L.		01 00 133	
<i>Baccharis cassiniifolia</i> DC.	01 15 018	01 00 072	01 01 003
<i>B. dracunculifolia</i> DC.	01 15 066		01 01 001
<i>B. erioclada</i> DC.	01 15 042		
<i>B. semiserrata</i> DC.	01 15 044		
<i>B. trimera</i> DC.			01 01 004
<i>B. sp.1</i>	01 15 025		
<i>B. sp.2</i>			01 01 002
<i>B. sp.3</i>			01 01 005
<i>B. sp.4</i>			01 01 006
<i>Bidens pilosa</i> L.	01 44 075	01 00 008	01 07 017
<i>Centratherum punctatum</i> Cassini	01 16 019	01 00 012	
<i>Conyza sp.1</i>			01 04 014
<i>C. sp.2</i>			01 04 022
<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.	01 13 015	01 00 046	
<i>Emilia sonchifolia</i> (DC.) Benth	01 21 029		
<i>Enhydra sessilis</i> DC.	01 37 058		
<i>Erichtites valerianifolia</i> (Wolf.) DC.		01 00 010	
<i>Eupatorium betonicaeforme</i> Baker			01 03 009
<i>E. inulaefolium</i> H.B.K.		01 00 049	

	IC	IM	AL
<i>E. vautherianum</i> DC.			01 03 011
<i>E. sp.1</i>	01 48 080		
<i>E. sp.2</i>			01 03 012
<i>E. sp.3</i>			01 03 010
<i>E. sp.4</i>			01 03 013
<i>Mikania campanulata</i> Gardner			01 06 016
<i>M. micrantha</i> H.B.K.	01 11 027	01 00 103	
<i>M. sp.1</i>	01 11 013		
<i>M. sp.2</i>		01 00 091	
<i>M. sp.3</i>			01 06 054
<i>Orthopappus augustifolius</i> (Sw.) Gleason			01 08 018
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacquin) Cassini	01 46 077		
<i>Pterocaulon alopecuroideum</i> (Lamarck)			
DC.	01 39 067	01 00 042	
<i>Senecio brasiliensis</i> (Sprengel) Lessing			01 10 020
<i>S. sp.</i>			01 10 021
<i>Solidago microglossa</i> DC.			01 24 040
<i>Symphypappus cuneatus</i> (DC.)			
Schult. Bipont. ex Baker	01 42 071		
<i>Tagetes minuta</i> L.		01 00 097	
<i>Vernonia beyrichii</i> Lessing	01 14 017	01 00 088	
<i>V. scorpioides</i> (Lamarck) Persoon	01 14 065	01 00 004	01 02 068
<i>V. sp.1</i>			01 02 007
<i>V. sp.2</i>			01 02 008
<i>Wedelia paludosa</i> DC.	01 29 049	01 00 011	01 09 019
CONVOLVULACEAE			
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	15 03 004	03 00 005	
<i>I. aff. longicuspis</i> Meissn.		03 00 062	
<i>I. pescaprae</i> (L.) R. Brown		03 00 058	
<i>I. sp.1</i>	15 03 006		
<i>I. sp.2</i>		03 00 034	
<i>I. sp.3</i>			04 36 052
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallierf.			04 19 035
CRUCIFERAE			
<i>Lepidium virginicum</i> L.	09 28 047		
CUCURBITACEAE			
<i>Cucurbita pepo</i> L.			19 34 049

	IC	* IM	AL
CYPERACEAE			
<i>Carex</i> sp.	21 43 074		
<i>Fimobristylis</i> sp.			28 46 065
ERICACEAE			
<i>Rhododendrom</i> sp.			21 38 055
EUPHORBIACEAE			
<i>Croton glandulosus</i> L.	20 36 057		
<i>Ricinus communis</i> L.			23 40 057
CRUCIFERAE			
<i>Lepidium virginicum</i> L.	09 28 047		
CUCURBITACEAE			
<i>Cucurbita pepo</i> L.			19 34 049
CYPERACEAE			
<i>Carex</i> sp.	21 43 074		
<i>Fimobristylis</i> sp.			28 46 065
ERICACEAE			
<i>Rhododendrom</i> sp.			21 38 055
EUPHORBIACEAE			
<i>Croton glandulosus</i> L.	20 36 057		
<i>Phyllanthus niruri</i> L.		13 00 140	
<i>Ricinus communis</i> L.			23 40 057
GRAMINEAE			
<i>Echnoclea crus-galli</i> (L.) Beauv.			20 37 053
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.		29 00 134	
LABIATAE			
<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.			13 28 067
<i>H. aff. lacustris</i> St. Hill ex. Benth.		09 00 086	
<i>Marsyianthes chamaedris</i> (Vahl.) Ktze.		09 00 015	
LAURACEAE			
<i>Aiouea saligna</i> Meissner	13 31 052		
LEGUMINOSAE			
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.		12 00 141	
<i>Canavalia maritima</i>		12 00 019	
<i>Cassia bicapsularis</i> L.		12 00 096	
<i>C. multijuga</i>			02 11 023
<i>Crotalaria mucronata</i> Desv.	02 10 012		02 12 024
<i>Desmodium adsendens</i>			02 15 027
<i>D. incanum</i> (Swartz) DC.	02 45 076	12 00 043	

	IC	* IM	AL
<i>D. sp.</i>			02 15 028
<i>Dioclea megacarpa</i> Rolfe		12 00 056	
<i>D. violacea</i>			02 13 025
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	02 25 040	12 00 114	
<i>Indigofera suffruticosa</i>			02 14 026
<i>Inga edulis</i> Mart. (*exclusiva da hora 1)	02 30 050*		
<i>Sophora tomentosa</i> L.	02 02 002		
<i>Stylosanthes viscosa</i> Swartz	02 12 014		
<i>Vigna luteola</i> (Jacquin) Benth	02 17 022	12 00 028	
<i>Zornia latifolia</i> DC.	02 07 009	12 00 071	
LILIACEAE			
<i>Cordyline terminalis</i> Kunth	22 23 032		
<i>Hypoxis decumbens</i> L.		26 00 069	
LYTHRACEAE			
<i>Cuphea calophylla</i> Cham. et Schlecht.			25 42 059
<i>C. mesostemon</i> Koehne		11 00 018	
MALPIGHIACEAE			
<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A. Juss.		18 00 030	
MALVACEAE			
<i>Hibiscus pernambucensis</i> (Bertoloni)			
Johnston	03 40 068		
<i>H. sp.</i>			12 45 064
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	03 01 001		
<i>Sida carpinifolia</i> L.	03 18 069	05 00 047	
<i>S. cordifolia</i> L.	03 18 078	05 00 080	12 27 042
<i>S. rhombifolia</i> L.	03 18 023	05 00 003	12 27 061
<i>S. sp.</i>			12 27 050
<i>Urena lobata</i> L.		05 00 110	12 35 051
MELASTOMATACEAE			
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.			03 17 033
<i>Pterolepis aglomerata</i> (Rottb&Mig.)			03 18 034
<i>Tibouchina clavata</i> (Persoon) Wurdack	04 05 007	07 00 007	03 16 030
<i>T. multiceps</i> Cogniaux	04 05 073		
<i>T. pulchra</i> (Chamisso) Cogniaux	04 05 062		
<i>T. sellowiana</i> (Chamisso) Cogniaux	04 05 020		03 16 031
<i>T. trichopoda</i> (DC.) Baill.			03 16 032
<i>T. urvilleana</i> (DC.) Cogniaux	04 05 063		

	IC	IM	AL
MYRTACEAE			
<i>Psidium cattleianum</i> Sab.		15 00 038	
<i>P. guayava</i> Raddi	05 33 054	15 00 023	
MUSACEAE			
<i>Musa</i> sp.			06 20 036
ONAGRACEAE			
<i>Ludwigia suffruticosa</i> (L.) Hara		19 00 031	17 32 047
PALMAE			
<i>Syagrus romanzoffianum</i> Cham.		32 00 122	
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora edulis</i> Sims	10 34 055		26 43 060
<i>P. jileki</i> Wawra	10 34 064		
POLYGALACEAE			
<i>Polygala cyparissias</i> St. Hill		17 00 074	
<i>P. laureola</i> St. Hill & Moq.		17 00 029	08 22 038
POLYGONACEAE			
<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	17 08 010		
<i>Polygonum punctatum</i> Ell.			14 29 043
RHAMNACEAE			
<i>Rhamnus</i> sp.			27 44 063
ROSACEAE			
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.			18 33 048
<i>R. urticaefolius</i> Poir.			18 33 062
RUBIACEAE			
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum			10 25 066
<i>B. verticillata</i> (L.) G.F.W. Meyer	06 24 033	02 00 009	10 25 045
<i>Chiococca alba</i> (L.) Rusby		02 00 070	
<i>Diodia radula</i> Chamisso et Schlechtendal	06 47 079	02 00 026	
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	06 38 061	02 00 002	
<i>Rudgea villiflora</i> K. Schum.		02 00 021	
RUTACEAE			
<i>Citrus medica</i> L.	07 26 041		
SAPINDACEAE			
<i>Dodonea viscosa</i> (L.) Jacq.		31 00 121	
<i>Paullinia trigonia</i> Vell.		31 00 079	
SCROPHULARIACEAE			
<i>Achetaria ocynoides</i> (C. et S. Wetts)			15 30 044

	IC	* IM	AL
SMILACACEAE			
<i>Smilax campestris</i> Griseb.		30 00 116	
SOLANACEAE			
<i>Physalis neesiana</i> Sendtn.		10 00 075	
SYMPLOCACEAE			
<i>Symplocus</i> sp.			22 39 056
TILIACEAE			
<i>Triumphetta semitriloba</i> L.			11 26 041
UMBELLIFERA			
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.		04 00 001	
VERBENACEAE			
<i>Lantana undulata</i> Schrank	11 35 056	08 00 014	
<i>Stachytarphetta cayennensis</i> (L.C. Richard) Vahl	11 09 011	08 00 013	09 23 039
VIOLACEAE			
<i>Hybanthus</i> sp.	18 49 021		
ZINGIBERACEAE			
<i>Hedychium coronarium</i> Koenig		24 00 051	07 21 037

3.1.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O número de espécies de plantas visitadas por abelhas foi semelhante entre a Ilha das Cobras, a Ilha do Mel e Alexandra, respectivamente 62, 69 e 67 espécies. Apesar dessa semelhança, a composição da flora melitófila entre os três locais é bastante distinta, havendo em cada uma das áreas, muitas espécies exclusivas (Tabela 5).

Entre as famílias de plantas mais visitadas nos três locais de coleta estão, em ordem decrescente do número de abelhas coletadas: Compositae (1178), Rubiaceae (929), Leguminosae (465), Melastomataceae (407) e Verbenaceae (404). Entre as espécies dessas famílias foram capturadas 57,6 % de todas as abelhas da amostra.

A família Compositae foi, em número de espécies visitadas, a mais rica nas três amostras (AL, IM e IC) e em número de indivíduos coletados, a mais rica em Alexandra (Tabela 4). Vários outros trabalhos apresentaram resultados semelhantes (CURE, 1983; ORTH, 1983 e BORTOLI & LAROCA, 1990), indicando que esta família é uma

das mais importantes para as comunidades de abelhas. Entre as espécies mais visitadas do grupo para cada amostra, destacam-se: *Eupatorium inulaefolium* (171 visitas na Ilha do Mel), *Centratherum punctatum* (128 visitas na Ilha das Cobras) e *Wedelia paludosa* (101 visitas em Alexandra).

Rubiaceae foi a família mais visitada na Ilha do Mel e a segunda nos três locais de coleta como um todo. Entre as suas espécies mais visitadas destacam-se *Borreria verticillata* (229 visitas na IM e 142 na IC) e *Diodia radula*, que foi a planta mais visitada na Ilha do Mel (478 visitas) e curiosamente teve apenas 20 abelhas coletadas na Ilha das Cobras. Esta diminuição está provavelmente relacionada à baixa densidade de exemplares desta espécie na área de coleta da Ilha das Cobras.

Na Ilha das Cobras, Malvaceae foi a família mais visitada, o que contrasta com os dados da Ilha do Mel e de Alexandra, onde teve um pequeno número de abelhas capturadas. Este fato pode ser explicado pela amostragem de *Malvaviscus arboreus*, somente na Ilha das Cobras. Tal planta, cujo florescimento prolongou-se quase durante o ano todo, mostrou ser extremamente atraente às abelhas.

Leguminosae, que nas três amostras como um todo, foi a terceira família mais visitada, foi bem representada em todas as amostras. Algumas das espécies mais visitadas foram: *Vigna luteola* (105 visitas na IM e 53 na IC), *Crotalaria mucronata* (101 visitas na IC) e *Sophora tomentosa* (74 visitas na IC).

Entre as outras famílias de plantas, encontram-se espécies que foram também altamente visitadas, tais como: *Stachytarphetta cayennensis* (314 visitas em AL, 49 na IM e 26 na IC), *Tibouchina clavata* (311 visitas em AL e 32 na IC), *Schinus terebinthifolius* (265 visitas na IM e 69 na IC), *Antigonon leptopus* (175 visitas na IC), *Rubus rosifolius* (153 visitas em AL) e *Croton glandulosus* (135 visitas na IC).

Apesar do método de amostragem não prever a mensuração da densidade de exemplares das várias espécies visitadas por área, há indícios que as espécies que apresentaram grande concentração de exemplares floridos dentro da área de coleta, foram mais intensamente visitadas por abelhas do que aquelas com poucos

exemplares. Possivelmente, este é um dos motivos pelo qual uma espécie de planta é visitada em diferentes intensidades entre as amostras.

Tabela 4. Número de espécies de plantas (esppl.) visitadas por abelhas e número de exemplares de abelhas (ind.) coletados por família de planta nos três locais de coleta.

Família	Ilha das Cobras		Ilha do Mel		Alexandra		Totais	
	esppl.	ind.	esppl.	ind.	esppl.	ind.	esppl.	ind.
Compositae	21	336	16	474	25	368	45	1178
Rubiaceae	3	175	5	744	2	10	6	929
Leguminosae	7	270	8	147	6	48	16	465
Melastomataceae	5	46	1	21	5	340	8	407
Verbenaceae	2	27	2	63	1	314	2	404
Malvaceae	5	351	4	29	5	11	8	391
Anacardiaceae	1	69	2	266			2	335
Em Vão		68		91		156		315
Euphorbiaceae	1	135	1	2	1	93	3	230
Convolvulaceae	2	96	4	38	2	52	7	186
Polygonaceae	1	175			1	1	2	176
Rosaceae					2	154	2	154
Violaceae	1	105					1	105
Musaceae					1	97	1	97
Combretaceae	2	51	1	44			2	95
Borraginaceae	1	8	1	47			1	55
Palmae			1	33			1	33
Cucurbitaceae					1	29	1	29
Symplocaceae					1	26	1	26
Umbelliferae			1	25			1	25
Onagraceae			1	17	1	6	1	23
Gramineae			1	1	1	21	2	22
Bignoniaceae	1	4			1	15	1	19
Labiatae			2	17	1	1	3	18
Calyceraceae			1	17			1	17
Zingiberaceae			1	1	1	16	1	17
Apocynaceae	1	4	2	11			3	15
Rutaceae	1	15					1	15
Cruciferae	1	14					1	14
Myrtaceae	1	2	2	11			2	13
Tiliaceae					1	12	1	12
Amarilidaceae			1	11			1	11
Plasifloraceae	2	6			1	1	2	7
Sapindaceae			2	6			2	6
Asclepiadaceae			1	5			1	5
Ericaceae					1	4	1	4
Liliaceae	1	3	1	1			2	4
Polygalaceae			2	2	1	2	2	4
Scrophulariaceae					1	3	1	3
Commelinaceae			1	1	1	1	2	2
Cyperaceae	1	1			1	1	2	2
Lythraceae			1	1	1	1	2	2
Solanaceae			1	2			1	2
Laureaceae	1	1					1	1
Malpighiaceae			1	1			1	1
Rhamnaceae					1	1	1	1
Smilacaceae			1	1			1	1
Total	62	1962	69	2130	67	1784	150	5876

Na Figura 4 observa-se que apenas um pequeno número de gêneros de plantas visitadas é compartilhado entre os três locais de coletas. Em contrapartida, a grande maioria dos gêneros é exclusivo a cada local. Isso evidencia uma diferenciação acentuada entre as três floras melitófilas. Comparando o compartilhamento de gêneros de cada dois locais de coleta, observamos que a maior similaridade aparece entre a Ilha das Cobras e a Ilha do Mel, o que concorda, a grosso modo, com os dados relativos à composição faunística (item 3.2.3).

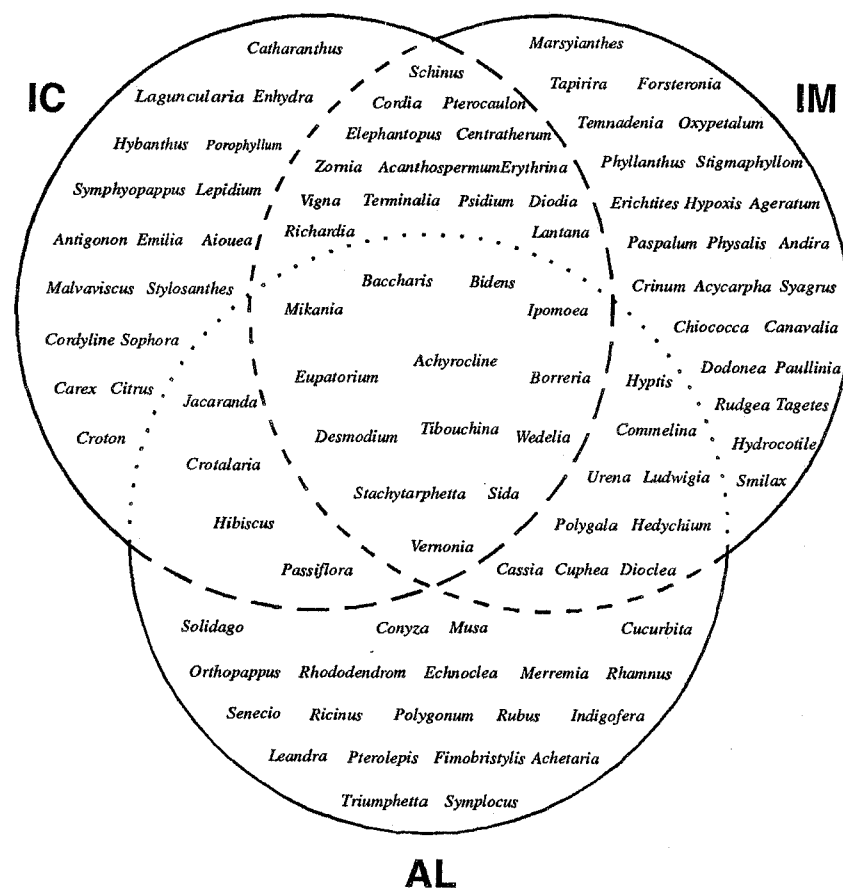


Fig. 4. Gêneros de plantas visitadas por abelhas, presentes no três locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

Tabela 5. Espécies de plantas visitadas, compartilhadas entre os locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

Local	Nº total de espécies	Nº de espécies compartilhadas	%
IC x IM	102	29	28,43
IC x AL	114	15	13,16
IM x AL	122	14	11,48
IM x IC x AL	150	10	6,67

Nas análises de compartilhamento a nível de espécies de plantas visitadas (Tabela 5), acentuam-se as tendências de uma maior similaridade entre as floras melitófilas das ilhas (apesar do grande número de espécies exclusivas). É possível que a presença de grande parte das espécies exclusivas esteja intimamente relacionada com fatores antrópicos. Nas Ilhas, por exemplo, muitas das espécies exclusivas são frutíferas, ornamentais ou ruderais e se encontram próximas à moradias, em ambientes frequentemente modificados pelos habitantes locais. Por outro lado, em Alexandra, a área de amostragem possivelmente se encontrava menos alterada por ocasião das coletas, ocorrendo assim grande número de espécies exclusivas, a maior parte nativa da região.

Na Figura 5, observa-se que a porcentagem de espécies exclusivas é maior no continente do que nas ilhas. Pode-se explicar parcialmente este resultado, imaginando o continente como sendo a área fonte de todas as espécies. Como a probabilidade de extinção de espécies é muito maior nas ilhas, consequentemente muitas das espécies do continente ficaram exclusivas à ele devido à extinção nas ilhas. Entretanto, o número total de espécies de plantas melitófilas é semelhante entre os três locais, o que indica que além do processo de extinção, outros fatores como a introdução de espécies exóticas diferentes em cada local e a própria diferença paisagística original entre as ilhas e o continente (ver item 3.2.5) devem ter contribuído para a diferenciação florística entre os três locais.



Fig. 5. Porcentagem de espécies de plantas visitadas por abelhas, exclusivas de cada local e compartilhadas por pelo menos dois dos três locais de coleta: Ilha das Cobras, Ilha do Mel e Alexandra.

3.1.3 RELAÇÃO ENTRE AS FAMÍLIAS DE ABELHAS E FAMÍLIAS DE PLANTAS VISITADAS

A Tabela 6 apresenta o relacionamento entre as 21 famílias de plantas e as 5 famílias de abelhas coletadas na Ilha das Cobras. Todas as famílias de plantas (exceto Bignoniaceae) foram visitadas por Halictidae (representada na amostra por 81% dos indivíduos coletados). A distribuição dos indivíduos de Halictidae entre as famílias de plantas mais visitadas é a seguinte: Compositae (18,3%), Malvaceae (17,7%), Leguminosae (12,5%), Rubiaceae (10,9%), Polygonaceae (10,5%), Euphorbiaceae (8,2%) e Violaceae (6,5%).

Entre os Anthophoridae da Ilha das Cobras, grande parte dos exemplares foram capturados sobre flores das seguintes famílias: Malvaceae (26% dos Anthophoridae), Leguminosae (21,8%), Convolvulaceae (12,9%) e Compositae (10,4%). Já entre os Apidae, 80,2% dos exemplares foram coletados sobre flores de Malvaceae e o restante sobre flores de outras 9 famílias, destacando-se: Compositae, Leguminosae, Euphorbiaceae e Liliaceae.

Cerca de 46% dos Colletidae da Ilha das Cobras, na maioria exemplares do gênero *Hylaeus*, foram coletados sobre flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e 39,1% sobre flores de 5 espécies de Compositae. Dos Megachilidae, 52,1% dos exemplares foram coletados visitando Leguminosae e 29,2% visitando Compositae.

Tabela 6. Números de espécies (esp) e indivíduos (ind) de cada uma das famílias de abelhas nas diferentes famílias de plantas, na Ilha das Cobras.

Família	Colletidae		Halictidae		Megachil.		Anthoph.		Apidae		Totais	
	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.
Malvaceae			11	236			6	50	3	65	20	351
Compositae	5	18	17	282	6	14	6	20	1	2	35	336
Leguminosae	1	1	11	200	2	25	5	42	2	2	21	270
Polygonaceae			10	168	2	2	3	5			15	175
Rubiaceae			11	173			1	1	1	1	13	175
Euphorbiaceae	1	1	8	131			1	1	1	2	11	135
Violaceae			6	103	2	2					8	105
Convolvulaceae			2	71			6	25			8	96
Anacardiaceae	5	21	10	46					1	2	16	69
Combretaceae	1	1	6	50							7	51
Melastomataceae			5	31			4	14	1	1	10	46
Verbenaceae			3	18	1	1	4	8			8	27
Rutaceae	2	4	4	10					1	1	7	15
Cruciferae			1	14							1	14
Borraginaceae			2	8							2	8
Passifloraceae			1	1			2	5			3	6
Apocynaceae			2	2			1	1	1	1	4	4
Bignoniaceae							3	4			3	4
Liliaceae			1	1					1	2	2	3
Myrtaceae			2	2							2	2
Cyperaceae			1	1							1	1
Lauraceae			1	1							1	1
Em vôo			8	45	2	4	5	17	1	2	16	68
Total		46		1594		48		193		81		1962

Na Tabela 7, observa-se o relacionamento entre as famílias de plantas e as famílias de abelhas da Ilha do Mel. Das 30 famílias de plantas, 24 são visitadas por exemplares de Halictidae. Entre estas destacam-se: Rubiaceae (45,3% dos Halictidae), Compositae (25,8%) e Anacardiaceae (8,5%).

Os Apidae da Ilha do Mel foram coletados visitando 19 famílias de plantas. Entre estas, destacam-se: Anacardiaceae (27,6% dos Apidae), Leguminosae (22,2%), Compositae (11,6%) e Verbenaceae (7,8%). O mesmo número de famílias de plantas (19) foram visitadas por Anthophoridae. Destas, as que apresentaram maior abundância foram: Rubiaceae (39%), Compositae (23,3%) e Verbenaceae (6,5%).

Tabela 7. Números de espécies (esp.) e indivíduos (ind.) de cada uma das famílias de abelhas coletados nas diferentes famílias de plantas, na Ilha do Mel (cf. ZANELLA, 1991).

Família	Colletidae		Halictidae		Megachil.		Anthoph.		Apidae		Totais	
	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.
Rubiaceae	1	1	14	559	4	10	9	144	5	30	33	744
Compositae	2	4	22	318	4	17	7	86	5	49	40	471
Anacardiaceae	6	31	10	105			2	13	3	117	21	266
Leguminosae			3	18	3	20	7	15	7	94	20	147
Verbenaceae			1	6			9	24	4	33	14	63
Boraginaceae			4	33	2	2	2	6	4	6	12	47
Combretaceae	1	1	5	38					1	5	7	44
Convolvulaceae			3	17			3	15	2	6	8	38
Palmae			1	3					3	30	4	33
Malvaceae			4	24	1	1	1	3	1	1	7	29
Umbellifera			1	25							1	25
Melastomataceae			1	5			4	6	3	10	8	21
Calyceraceae			2	15			1	2			3	17
Labiatae			3	6	2	6	1	2	2	3	8	17
Onagraceae			2	10	1	1	2	5	1	1	6	17
Amarylidaceae	1	1					1	2	1	8	3	11
Apocynaceae			2	8			2	2	1	1	5	11
Myrtaceae	1	2	1	7					2	2	4	11
Sapindaceae			1	1					1	5	2	6
Asclepiadaceae			2	5							2	5
Euphorbiaceae							1	1	1	1	2	2
Polygalaceae			2	2							2	2
Solanaceae			1	1					1	1	2	2
Commelinaceae			1	1							1	1
Gramineae			1	1							1	1
Liliaceae							1	1			1	1
Lythraceae							1	1			1	1
Malpighiaceae							1	1			1	1
Smilacaceae			1	1							1	1
Zingiberaceae							1	1			1	1
Em vôo			6	25	3	6	8	39	6	21	24	94
Total		40		1234		63		369		424		2130

Tal como na Ilha das Cobras, a maioria dos Colletidae da Ilha do Mel (77,5%), foi coletada sobre flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). Os demais, foram coletados sobre flores de outras 5 famílias. Entre os Megachilidae, 31,7% dos exemplares foram

coletados visitando Leguminosae, 27% visitando Compositae e 15,9% visitando Rubiaceae.

A Tabela 8 apresenta o relacionamento entre as 27 famílias de plantas e as 6 famílias de abelhas coletadas em Alexandra. Entre as famílias mais visitadas por Apidae, encontram-se: Melastomataceae (26,5% dos Apidae), Compositae (15%), Verbenaceae (13,2%), Rosaceae (11,8%), Musaceae (8,1%) e Euphorbiaceae (7,7%).

Tabela 8. Números de espécies (esp) e indivíduos (ind) de cada uma das famílias de abelhas coletados nas diferentes famílias de plantas, em Alexandra (cf. LAROCA, 1974).

Família	Colletidae Andren.		Halictidae Megach.		Anthoph.		Apidae		Totais	
	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.
Compositae		1 7	25 83	25 72	10 26		15 180	76 368		
Melastomataceae			4 18		3 4		6 318	13 340		
Verbenaceae			4 5	8 12	19 138		5 159	36 314		
Rosaceae			2 2	2 2	6 8		8 142	18 154		
Musaceae							2 97	2 97		
Euphorbiaceae			1 1				4 92	5 93		
Convolvulaceae				1 1	5 23		5 28	11 52		
Leguminosae				6 15	4 17		3 16	13 48		
Cucurbitaceae							2 29	2 29		
Symplocaceae							5 26	5 26		
Gramineae							1 21	1 21		
Zingiberaceae					2 7		2 9	4 16		
Bignoniaceae	1 8		1 1		3 4		1 2	6 15		
Tiliaceae			1 3	5 6	1 2		1 1	8 12		
Malvaceae		2 6	2 2	2 2	1 1			7 11		
Rubiaceae			6 8	1 1	1 1			8 10		
Onagraceae			1 2	1 1	2 2		1 1	5 6		
Ericaceae							2 4	2 4		
Scrophulariaceae				2 2			1 1	3 3		
Polygalaceae							1 2	1 2		
Commelinaceae					1 1			1 1		
Cyperaceae			1 1					1 1		
Labiatae				1 1				1 1		
Lythraceae					1 1			1 1		
Passifloraceae					1 1			1 1		
Polygonaceae				1 1				1 1		
Rhamnaceae							1 1	1 1		
Em vôo		1 6	9 12	15 29	14 37		14 72	53 156		
Total	8	19	138	145	273		1201	1784		

Os Anthophoridae de Alexandra foram capturados sobre flores de 15 famílias de plantas. Destas, destacam-se: Verbenaceae (50,5% dos Anthophoridae), Compositae (9,5%) e Convolvulaceae (8,4%). Entre os Megachilidae, 49,7% dos exemplares foram coletados visitando Compositae, 10,3% visitando Leguminosae e 8,3% visitando Verbenaceae. Os exemplares da família Halictidae foram coletados sobre flores de 11 famílias de plantas, entre as quais: Compositae (60,1% dos Halictidae), Melastomataceae (13%) e Rubiaceae (5,8%).

A única espécie de Colletidae em Alexandra, *Niltonia virgilli*, foi capturada nas flores de *Jacaranda puberula*, uma Bignoniaceae. Entre os Andrenidae, foram capturados exemplares apenas em Compositae e Malvaceae.

3.2 COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA

3.2.1 ESPÉCIES DE ABELHAS COLETADAS

A seguir são relacionadas as espécies de abelhas coletadas em Alexandra (AL), Ilha do Mel (IM) e Ilha das Cobras (IC). No total foram capturados 5876 indivíduos pertencentes a 164 espécies (não contando com os exemplares coletados na primeira e na sexta hora de coleta da Ilha das Cobras). O material dos dois primeiros locais de coleta, já estava previamente determinado (LAROCA, 1974 e ZANELLA, 1991), porém foi novamente examinado e comparado ao material coletado na Ilha das Cobras para confirmar as correspondências, mesmo em espécies novas ou não determinadas. Os números de cada uma das colunas à direita, representam respectivamente os códigos de família (primeiros 2 dígitos), gênero (dígitos centrais) e espécie de abelha (últimos 3 dígitos) para cada local de coleta.

Os exemplares estão depositados no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

	IC	IM	AL
COLLETIDAE			
<i>Colletes petropolitanus</i> Dalla Torre, 1896	01 02 041	01 01 001	
<i>Hylaeus</i> sp.1	01 01 042	01 02 002	
<i>H.</i> sp.2	01 01 043		
<i>H.</i> sp.3	01 01 044		

	IC	IM	AL
<i>H. sp.4</i>	01 01 045		
<i>H. sp.5</i>	01 01 046	01 02 003	
<i>H. sp.6</i>	01 01 047		
<i>H. sp.7</i>		01 02 004	
<i>H. sp.8</i>		01 02 005	
<i>H. sp.9</i>		01 02 006	
<i>H. sp.10</i>		01 02 007	
<i>H. sp.11</i>		01 02 008	
<i>Niltonia virgilli</i> Moure, 1964			06 41 120
ANDRENIDAE			
<i>Acamptopoeum prini</i> (Holmberg, 1884)			04 30 092
<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure & Lucas de Oliveira, 1962			04 31 093
HALICTIDAE			
<i>Agapostemon semimelleus</i> Cockerell, 1900		03 11 018	05 33 105
<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	03 05 016	03 12 035	05 36 109
<i>A. (A.) caerulior</i> Cockerell, 1900	03 05 017	03 12 022	05 36 121
<i>A. (A.) aff. caerulior</i>		03 12 023	
<i>A. (A.) aff. pyrgo</i>		03 12 020	
<i>A. (A.) sp.1</i>	03 05 015	03 12 036	05 36 110
<i>A. (A.) sp.2</i>			05 36 122
<i>A. (A.) sp.3</i>		03 12 021	
<i>A. (A.) sp.4</i>		03 12 037	
<i>A. (A.) sp.5</i>		03 12 039	
<i>A. (Oxystoglossella) morrae</i> (Strand, 1909)		03 12 038	05 36 108
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	03 06 019	03 13 028	05 38 112
<i>A. michaelis</i> (Vachal, 1911)	03 06 018	03 13 029	
<i>A. sp.1</i>			05 38 113
<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)			
05 32 096			
<i>A. cloera</i> Moure, 1940			05 32 098
<i>A. cupreola</i> (Cockerell, 1900)	03 04 020	03 14 027	05 32 094
<i>A. luderwaldti</i> Moure, 1940			05 32 097
<i>A. multiplex</i> (Vachal, 1903)		03 14 025	05 32 095
<i>A. sp.1</i>	03 04 021	03 14 031	
<i>A. sp.2</i>	03 04 022	03 14 026	05 32 102
<i>A. sp.3</i>	03 04 023		
<i>A. sp.4</i>	03 04 024		
<i>A. sp.5</i>	03 04 025	03 14 033	05 32 100
<i>A. sp.6</i>		03 14 030	
<i>A. sp.7</i>		03 14 034	
<i>A. sp.8</i>		03 14 032	
<i>A. sp.9</i>			05 32 099
<i>A. sp.10</i>			05 32 101
<i>A. sp.11</i>			05 32 103
<i>A. sp.12</i>			05 32 104
<i>Caenohalictus incertus</i> (Schrottky, 1902)	03 08 026	03 08 014	
<i>Dialictus (Chloralictus) opacus</i> (Moure, 1940)	03 10 010	03 04 010	05 40 118

	IC	IM	AL
<i>D. (C.)</i> sp.1	03 10 011		
<i>D. (C.)</i> sp.2	03 10 012		
<i>D. (C.)</i> sp.3	03 10 013		
<i>D. (C.)</i> sp.4	03 10 014		05 40 116
<i>D. (C.)</i> sp.5			05 40 117
<i>Neocorynura (Neocorynura) atromarginata</i> (Cockrell, 1901)		03 10 016	
<i>N. (N.) pseudobaccha</i> (Cockerell, 1901)		03 10 017	
<i>N</i> sp.1			05 39 114
<i>N</i> sp.2			05 39 115
<i>N</i> sp.3			05 39 119
<i>Pereirapis</i> sp.			05 37 111
<i>Pseudaugochloropsis graminea</i> (Fabricius, 1804)	03 03 009	03 06 012	05 35 107
<i>Sphecodes</i> sp.	03 11 029	03 03 015	
<i>Temnosoma</i> sp.	03 09 028	03 07 013	
<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	03 07 027	03 05 011	05 34 106
MEGACHILIDAE			
<i>Coelioxys</i> sp.1	04 13 052	04 15 042	03 28 090
<i>C.</i> sp.2	04 13 053		03 28 089
<i>C.</i> sp.3			03 28 084
<i>C.</i> sp.4			03 28 085
<i>C.</i> sp.5			03 28 086
<i>C.</i> sp.6			03 28 087
<i>C.</i> sp.7			03 28 088
<i>Hypanthidium flavomarginatum</i> Smith, 1879	04 14 051	04 16 043	03 29 091
<i>Megachile (Acentron)</i> sp.			03 27 sp.1
<i>M. (Austromegachile) corona</i> Mitchell, 1930			03 27 065
<i>M. (A.) oligosticta</i> Moure, 1955			03 27 067
<i>M. (A.) trigonaspis</i> Schrottky, 1913			03 27 066
<i>M. (A.)</i> sp.1	04 12 050		03 27 070
<i>M. (A.)</i> sp.2			03 27 068
<i>M. (A.)</i> sp.3			03 27 069
<i>M. (A.)</i> sp.4			03 27 071
<i>M. (A.)</i> sp.5			03 27 072
<i>M. (Chrysosarus)</i> sp.1			03 27 075
<i>M. (C.)</i> sp.2			03 27 076
<i>M. (Dactylomegachile)</i> <i>affabilis</i> Mitchell, 1930		04 17 047	03 27 073
<i>M. (D.)</i> sp.1			03 27 sp.1
<i>M. (Leptorachis) aetheria</i> Mitchell, 1930	04 12 048	04 17 046	03 27 078
<i>M. (L.) paulistana</i> Schrottky, 1902			03 27 077
<i>M. (Neomegachile)</i> sp.			03 27 sp.1
<i>M. (Pseudocentron) curviceps</i> Smith, 1853			03 27 059
<i>M. (P.) nudiventris</i> Smith, 1853	04 12 049	04 17 044	03 27 060
<i>M. (P.) pyrrogastra</i> Cockerell, 1913		04 17 048	03 27 058
<i>M. (P.) terrestris</i> Schrottky, 1902			03 27 083
<i>M. (P.)</i> sp.1		04 17 045	03 27 061

	IC	IM	AL
<i>M. (P.)</i> sp.2			03 27 062
<i>M. (P.)</i> sp.3			03 27 063
<i>M. (P.)</i> sp.4			03 27 064
<i>M. (Ptilosarus)</i> sp.			03 27 sp.1
<i>M. (Tylomegachile)</i> orba Schrottky, 1913			03 27 080
<i>M. (Willinkella)</i> anthidioides Smith, 1853			03 27 055
<i>M. (W.) apicipennis</i> Schrottky, 1902			03 27 079
<i>M. (W.)</i> sp.1			03 27 sp.1
ANTHOPHORIDAE			
<i>Ancylosceles</i> sp.			02 24 052
<i>Centris (Centris)</i> flavifrons Fabricius, 1775	05 17 004		02 12 023
<i>C. (C.) varia</i> (Erichson, 1948)			02 12 021
<i>C. (Hemisiella)</i> tarsata Smith, 1903	05 17 006	05 19 054	02 12 028
<i>C. (Heterocentris)</i> analis Lepeletier, 1841	05 17 030		02 12 024
<i>C. (Melanocentris)</i> atra Friese, 1899		05 19 051	02 12 025
<i>C. (M.) dorsata</i> Lepeletier, 1841	05 17 005		02 12 026
<i>C. (Paremsia)</i> similis (Fabricius, 1804)			02 12 022
<i>Ceratina (Calloceratina)</i> chloris (Fabricius, 1804)		05 28 065	02 20 037
<i>C. (Crewella)</i> maculifrons Smith, 1854	05 21 036	05 28 066	02 20 041
<i>C. (C.)</i> sp.1	05 21 037	05 28 069	02 20 042
<i>C. (C.)</i> sp.2	05 21 038	05 28 068	02 20 043
<i>C.</i> sp.1	05 21 039		
<i>C.</i> sp.2		05 28 067	02 20 044
<i>Ceratinula</i> sp.1		05 29 070	02 20 038
<i>C.</i> sp.2		05 29 071	02 20 039
<i>C.</i> sp.3		05 29 074	02 20 040
<i>C.</i> sp.4		05 29 072	
<i>C.</i> sp.5		05 29 073	
<i>Epicharis (Anepicharis)</i>			
<i>dejeani</i> Lepeletier, 1841	05 16 003	05 20 055	02 13 027
<i>E.</i> sp.1		05 20 056	
<i>Exomalopsis</i> sp.1	05 18 031	05 23 059	02 21 045
<i>E.</i> sp.2	05 18 032		02 21 047
<i>E.</i> sp.3	05 18 033		
<i>E.</i> sp.4			02 21 046
<i>Leiopodus</i> sp.	05 20 035	05 25 061	02 18 033
<i>Melissodes (Eplectica)</i>			
<i>sexcincta</i> (Lepeletier, 1841)			02 10 019
<i>Melissoptila (Ptilomelissa)</i>			
<i>aureocincta</i> Urban, 1966			02 09 018
<i>Melitoma</i> sp.	05 23 034	05 26 062	02 16 031
<i>Mesoplia rufipes</i> (Perty, 1833)	05 19 007	05 21 057	02 14 029
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)		05 22 058	02 15 030
<i>Monoeca</i> sp.			02 17 032
<i>Nomada</i> sp.	05 24 040		
<i>Paratetrapedia</i> sp.1		05 27 063	02 23 049
<i>P.</i> sp.2		05 27 064	
<i>P.</i> sp.3			02 23 050

	IC	IM	AL
<i>P. sp.4</i>			02 23 051
<i>Tapinotaspoides</i> sp.			02 22 048
<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier, 1841)	05 22 008		02 11 020
<i>Trophocleptria</i> sp.		05 24 060	
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	05 15 002	06 18 049	02 19 035
<i>X. (Neoxylocopa) brasilianorum</i> (Linne, 1767)	05 15 001	06 18 050	02 19 036
<i>X. (Schoenherria) macrops</i> Lepeletier, 1841			
APIDAE			
<i>Bombus (Fervidobombus) atratus</i> Franklin, 1913		07 32 078	01 07 014
<i>B. (F.) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836			01 07 015
<i>B. (F.) morio</i> (Swederus, 1787)	06 28 057	07 32 079	01 07 016
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)			01 44 011
<i>Euglossa cyanozoma</i> Dressler, 1982	06 26 055	07 31 076	
<i>E. sp.1</i>		07 31 077	01 25 053
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	06 27 056		01 08 017
<i>Euplusia dentilabris</i> Mocsary, 1897			01 26 054
<i>E. hatchbachii</i> Moure (no prelo)	*06 25 054	07 30 075	
<i>Melipona marginata</i> Lepeletier, 1836			01 03 004
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> Lepeletier, 1836			01 04 012
<i>Oxytrigona tataira cagafogo</i> (mueller, 1874)			01 42 009
<i>Partamona helleri</i> (Fries, 1900)			01 05 006
<i>Plebeia droryana</i> (Fries, 1900)	06 29 058	07 33 081	01 01 002
<i>P. remota</i> (Holmberg, 1903)		07 33 080	01 01 001
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> Moure, 1950			01 04 005
<i>Scaura latitarsis</i> (Fries, 1900)			01 48 010
<i>Tetragonisca angustula</i> (Smith, 1863)		07 34 082	01 02 003
<i>Trigona fulviventris guianae</i> Cockerell, 1910			01 06 007
<i>T. fuscipennis</i> Fries, 1900			01 06 013
<i>T. spinipes</i> (Fabricius, 1793)			01 06 008

* Na Ilhas das Cobras esta espécie foi coletada apenas na hora 1; por isto, foi desconsiderada nas comparações com a Ilha do Mel e Alexandra.

3.2.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA

Para fins de comparação, podemos considerar os três locais de coleta, Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras, como sendo "amostras" de um mesmo ecossistema, no caso, o "Ecossistema da Planície Costeira Paranaense". A barreira d'água em torno das ilhas possivelmente constitui um isolamento efetivo à maior parte das espécies de abelhas. Porém, como o início deste isolamento decorreu do aumento do nível do mar em um período relativamente recente, de 7.000 a 8.000 anos (BIGARELLA, 1978), considera-se que a diferenciação na estrutura faunística entre as ilhas e o continente tenha decorrido principalmente dos processos de extinção e migração de espécies (ver discussão no item 3.2.5).

Sob o ponto de vista estritamente ecológico, pode-se comparar a estrutura faunística das abelhas entre os três locais e a partir disso estabelecer quais os principais fatores bióticos e abióticos que estão interferindo nas diferentes populações. Particularmente neste estudo, dispõe-se de um modelo muito conveniente, que possibilita estabelecer hipoteticamente gradientes entre o continente, que teoricamente reproduz uma amostra do ecossistema primitivo da região; a Ilha do Mel, com um isolamento semelhante ao da Ilha das Cobras, porém 104 vezes maior e a esta última, cuja pequena área deve comportar uma baixa riqueza de nichos tróficos aumentando consequentemente o grau de competição interespecífica.

As amostragens nos três locais de coleta seguiram um método padrão (SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967). A fim de avaliar se as amostragens representaram esforços de coleta semelhantes entre os três locais, dividiu-se o número total de abelhas coletadas pelo número total de horas de coleta (Tabela 9). As diferenças não foram significativas, o que demonstra a eficácia do método.

Tabela 9. Número total de abelhas coletadas e número médio de abelhas por hora de coleta nas três amostras.

Local de coleta	Número de indivíduos	Número de horas de coleta	Indivíduos/hora
Alexandra	1784	88	20,27
Ilha do Mel	2130	104	20,48
Ilha das Cobras	1962	100	19,62

Segundo a teoria da biogeografia de ilhas de MACARTHUR & WILSON (1967), são dois os principais fatores que determinam a riqueza de espécies em ilhas: 1) a área da ilha, relacionada diretamente à capacidade de manutenção de habitats e consequentemente das espécies neles inseridas; 2) a distância da

ilha ao continente (área fonte de espécies), que pode favorecer, dificultar ou mesmo impedir processos de migração e colonização, muitas vezes fundamentais à manutenção de determinadas populações. Os dados aqui analisados concordam de maneira geral com essa teoria, pois a Ilha das Cobras, que possui a menor área, apresentou o menor número de espécies coletadas (57), seguida da Ilha do Mel (75) e Alexandra, no continente (122).

Comparando-se a abundância relativa em número de espécies por família (Fig. 6), observa-se uma grande similaridade entre os padrões encontrados na Ilha das Cobras e na Ilha do Mel, o que não ocorre entre essas e o continente (Alexandra). Tal similaridade pode indicar que os fatores que determinam a maior ou menor abundância relativa de espécies por família podem estar agindo de forma semelhante nas duas ilhas.

Analisando-se cada grupo separadamente é possível estabelecer, a grosso modo, algumas tendências entre os três locais de coleta. O esquema abaixo apresenta a ordem de abundância de espécies por família em cada amostra.

Ilha das Cobras : Halictidae > Anthophoridae > Colletidae > Megachilidae > Apidae
Ilha do Mel : Halictidae > Anthophoridae > Colletidae = Apidae > Megachilidae
Alexandra : Megachilidae > Anthophoridae > Halictidae > Apidae > Andrenidae > Colletidae

A Família Halictidae, que é o grupo com maior riqueza de espécies na IC e IM, aparece em terceiro lugar em número de espécies em AL. Nos dois primeiros locais, sua abundância relativa foi praticamente igual, respectivamente 36,8% e 37,3%.

Anthophoridae é a segunda família em número de espécies nas três amostras e é a única que apresenta uma abundância semelhante entre IC, IM e AL, respectivamente 33,3%, 32% e 28,7% (Fig. 6).

Os Colletidae foram bem representados na Ilha das Cobras (7 espécies - 12,2%) e na Ilha do Mel (8 espécies - 10,7%), sendo a última família em número de espécies em Alexandra (1

espécie - 0,8%). Tal diferença talvez possa ser explicada pela grande diversidade de espécies do gênero *Hylaeus* capturadas principalmente nas flores de *Schinus terebinthifolius* (aroeira), planta ausente na área de coleta de Alexandra.

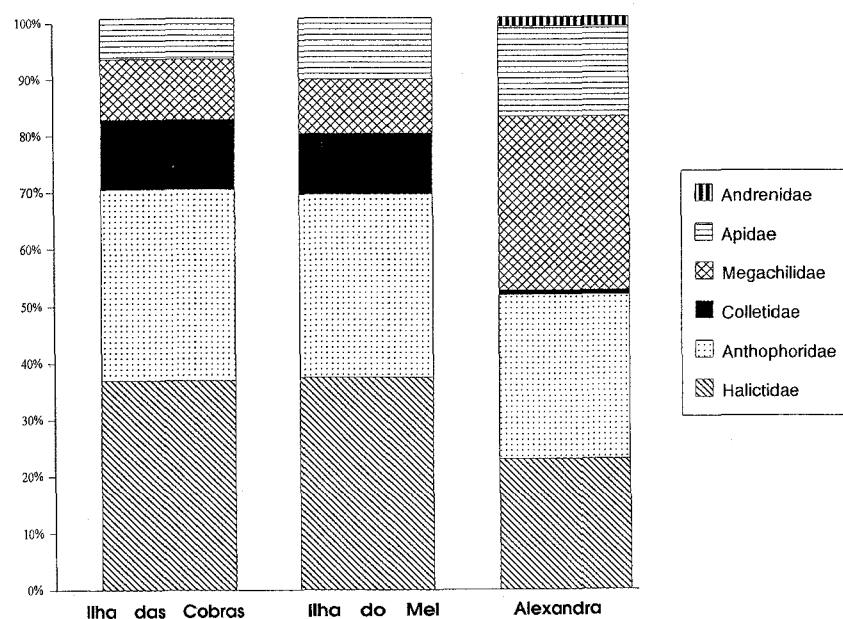


Fig. 6. Abundância relativa em número de espécies por família de abelhas em Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras.

Com relação aos Megachilidae, que é a família com maior número de espécies em Alexandra (37 espécies - 30,3%), observa-se uma grande redução na riqueza de espécies tanto na Ilha das Cobras (6 espécies - 10,5%) como na Ilha do Mel (7 espécies - 9,3%).

Os Apidae também apresentam uma grande redução no número de espécies na Ilha do Mel (8 espécies - 10,7%) e principalmente na Ilha das Cobras (4 espécies - 7%), onde aparecem em último lugar em abundância. Essa redução se deve principalmente ao pequeno número de espécies de Meliponinae na

IM (3) e na IC (1) em comparação com Alexandra (13). Esse e outros assuntos relacionados à redução do número de espécies nas amostras das ilhas, são discutidos mais detalhadamente no item 3.2.5.

Nas Tabelas 10 e 11, observa-se que apesar do número de espécies de abelhas ser diferente entre as três amostras, o número total de indivíduos capturados é semelhante, indicando que supostamente, as três áreas suportam uma mesma densidade de indivíduos. Decorrente deste fato, observa-se ainda que o número médio de indivíduos por espécie é maior na Ilha das Cobras (34,4) e menor na Ilha do Mel (28,4) e Alexandra (14,6).

A abundância relativa de indivíduos por família de abelha, apresenta padrões bastante distintos entre os três locais de amostragem. Na Figura 7, observa-se que as abundâncias de indivíduos entre as famílias seguem uma tendência gradual no sentido $IC > IM > AL$. Tal gradiente não é muito evidente no caso das abundâncias relativas de espécies por famílias (Fig. 6), o que pode indicar que a ação dos fatores que interferem na estrutura faunística de um determinado local, como os propostos por MACARTHUR & WILSON (1967), pode ser melhor visualizada quando se analisa a amostra sob o ponto de vista populacional (quantitativamente).

Considerando-se a abundância relativa em número de indivíduos por família, como um índice representativo da importância de cada família na comunidade, pode-se supor que as famílias Halictidae e Colletidae foram "beneficiadas" pelo ambiente altamente restritivo da Ilha das Cobras, pois em ambientes mais amplos como a Ilha do Mel e o continente (AL), sua representação relativa é menor. Caso inverso ocorre entre as famílias Apidae, Anthophoridae e Megachilidae, que parecem ser altamente dependentes de ambientes com poucas restrições (Fig. 7). Este tipo de análise entretanto, pode estar sujeita à inúmeras distorções por não considerar as particularidades bionômicas de cada espécie. Algumas espécies, como por exemplo, *Dialictus opacus* e *Trigona spinipes*, podem apresentar populações numerosas, o que em alguns casos alcança mais da metade da amostra de uma determinada comunidade, criando

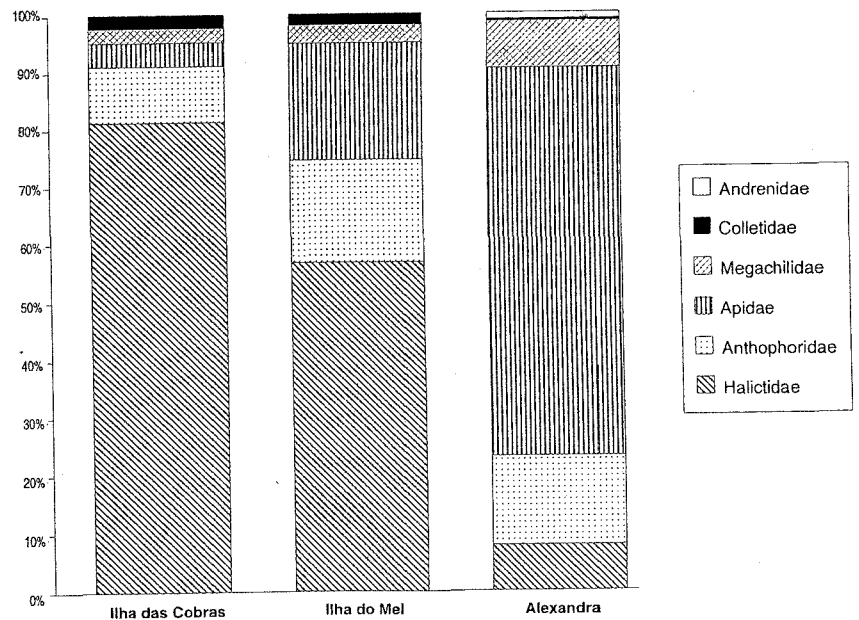


Fig. 7. Abundância relativa em número de indivíduos por família de abelhas em Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras.

Tabela 10. Número de espécies (esp.) e indivíduos (ind.) por família de abelhas nos três locais de coleta.

Família	Ilha das Cobras		Ilha do Mel		Alexandra		Totais	
	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.	esp.	ind.
Colletidae	7	46	8	40	1	8	13	94
Andrenidae					2	19	2	19
Halictidae	21	1594	28	1234	28	138	48	2966
Megachilidae	6	48	7	63	37	145	37	256
Anthophoridae	19	193	24	369	35	273	43	835
Apidae	4	81	8	424	19	1201	21	1706
Total	57	1962	75	2130	122	1784	164	5876

padrões de distribuição discrepantes e distorcendo possíveis interpretações faunísticas. Para evitar este tipo de distorção, há a necessidade de se dimensionar numericamente a importância das espécies mais populosas, ditas predominantes, na estrutura da comunidade em questão. Tal análise é feita no item 3.2.4. O esquema abaixo apresenta a ordem de abundância de indivíduos capturados por família de abelha em cada local de coleta.

ILHA DAS COBRAS : Halictidae > Anthophoridae > Apidae > Megachilidae > Colletidae
 ILHA DO MEL : Halictidae > Apidae > Anthophoridae > Megachilidae > Colletidae
 ALEXANDRA : Apidae > Anthophoridae > Megachilidae > Halictidae > Andrenidae > Colletidae

Tabela 11. Número de espécies, indivíduos e número de indivíduos por espécie dos gêneros de abelhas coletados na Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

Famílias & gêneros	Número de espécies									Número de indivíduos por espécies		
	IC	IM	AL	IC		IM		AL		IC	IM	AL
COLLETIDAE												
<i>Colletes</i>	1	1		1	4	0	1			4,0	1,0	
<i>Hylaeus</i>	6	7		20	42	18	39			7,0	5,6	
<i>Niltonia</i>	1					3	8			8,0		
ANDRENIDAE												
<i>Acampopoeum</i>			1					5	16			16,0
<i>Cephalurgus</i>			1					2	3			3,0
HALICTIDAE												
<i>Agapostemon</i>		1	1			6	8	2	6		8,0	6,0
<i>Augochlora</i>	3	9	5	184	380	85	123	48	54	126,7	13,7	10,8
<i>Augochlorella</i>	2	2	2	27	45	3	5	3	4	22,5	2,5	2,0
<i>Augochloropsis</i>	6	8	11	111	212	110	134	43	52	35,3	16,8	4,7
<i>Coenohalictus</i>	1	1		8	39	2	4			39,0	4,0	
<i>Dialictus</i>	5	1	3	461	679	640	905	10	10	135,8	905,0	3,3
<i>Neocorymura</i>		2	3			25	33	3	3		16,5	1,0
<i>Pereirapis</i>			1					3	3			3,0
<i>Pseudaugochloropsis</i>	1	1	1	126	213	1	2	5	5	213,0	2,0	5,0
<i>Sphecodes</i>	1	1		5	19	9	17			19,0	17,0	
<i>Temnosoma</i>	1	1		0	1	1	1			1,0	1,0	
<i>Thectochlora</i>	1	1	1	4	6	1	2	1	1	6,0	2,0	1,0
MEGACHILIDAE												
<i>Coelioxys</i>	2	1	7	4	8	2	2	10	16	4,0	2,0	2,3
<i>Hypanthidium</i>	1	1	1	0	1	6	23	5	10	1,0	23,0	10,0
<i>Megachile</i>	3	5	29	20	39	16	38	83	119	13,0	7,6	4,1
ANTHOPHORIDAE												
<i>Ancylosceles</i>			1					0	1			1,0
<i>Centris</i>	4	2	7	15	27	3	8	40	55	6,75	4,0	7,9
<i>Ceratina</i>	4	5	5	22	39	41	69	64	78	9,75	13,8	15,6
<i>Ceratinula</i>		5	3			142	225	4	4		45,0	1,3
<i>Epicharis</i>	1	2	1	5	10	9	23	3	3	10,0	11,5	3,0
<i>Exomalopsis</i>	3	1	3	10	12	1	1	6	7	4,0	1,0	2,3
<i>Leiopodus</i>	1	1	1	0	2	0	3	1	2	2,0	3,0	2,0
<i>Melissodes</i>			1					1	2			2,0
<i>Melissoptila</i>			1					3	3			3,0
<i>Melitoma</i>	1	1	1	2	5	0	3	0	1	5,0	3,0	1,0
<i>Mesoplia</i>	1	1	1	1	1	3	3	7	7	1,0	3,0	7,0
<i>Mesocheira</i>		1	1			1	1	0	3		1,0	3,0
<i>Monoeca</i>			1					0	2			2,0
<i>Nomada</i>	1			1	1					1,0		
<i>Paratetrapedia</i>		2	3			1	3	7	10		1,5	3,3
<i>Tapinospoides</i>			1					1	2			2,0
<i>Thygater</i>	1		1	0	8			2	3	8,0		3,0
<i>Trophocleptia</i>		1				0	1				1,0	
<i>Xyllocopa</i>	2	2	3	87	88	29	29	85	90	44,0	14,5	30,0
APIDAE												
<i>Bombus</i>	1	2	3	*59	66	105	117	186	235	66,0	58,5	78,3
<i>Cephalotrigona</i>			1					10	10			10,0
<i>Euglossa</i>	1	2	1	3	4	2	5	3	3	4,0	2,5	3,0
<i>Eulaema</i>	1		1	2	3			0	1	3,0		1,0
<i>Euplusia</i>		1	1			1	1	1	1		1,0	1,0
<i>Melipona</i>			1					10	10			10,0
<i>Nanotrigona</i>			1					4	4			4,0
<i>Oxytrigona</i>			1					9	9			9,0
<i>Partamona</i>			1					71	72			72,0
<i>Plebeia</i>	1	2	2	*8	8	249	261	36	36	8,0	130,5	18,0
<i>Scaptotrigona</i>			1					55	55			55,0
<i>Scaura</i>			1					1	1			1,0
<i>Tetragonisca</i>		1	1			40	40	26	26		40,0	26,0
<i>Trigona</i>			3					734	738			246,0
TOTAL	57	75	122	1186	1962	1552	2130	1596	1784	34,4	28,4	14,6

* Inclui rainhas e operárias.

3.2.3 DIVERSIDADE E SIMILARIDADE

No estudo de comunidades de ilhas, principalmente quando comparamos mais de duas áreas de coleta, podemos usar duas ferramentas metodológicas extremamente úteis: a análise da riqueza de espécies em cada comunidade, através do cálculo de índices de diversidade e a análise da similaridade entre as áreas de coleta. Teóricamente, em comunidades insulares, a diversidade deve ser maior em ilhas maiores e mais próximas do continente e menor em ilhas menores e mais distantes (MACARTHUR & WILSON, 1963, 1967; SIMBERLOFF, 1974). Porém é preciso ter cuidado na interpretação de índices de diversidade, pois estes nem sempre refletem verdadeiramente a riqueza de uma comunidade e infelizmente estão sempre sujeitos a distorções.

Utilizou-se o método de Shannon-Wiener (*cf.* KREBS, 1978), para calcular o índice de diversidade, pois este é adequado para análise de amostras coletadas ao acaso em grandes comunidades, como é o caso (BROWER & ZAR, 1984). O método de Shannon-Wiener leva em consideração dois parâmetros: a riqueza de espécies propriamente dita, representada pelo número total de espécies e a eqüitabilidade na distribuição de indivíduos entre as espécies. A partir do cálculo do índice de diversidade, podemos isolar a componente eqüitabilidade e determinar o quanto a diversidade encontrada para um determinado local difere da diversidade hipotética máxima possível para o mesmo.

Tabela 12. Simulação com índices de diversidade (H) e eqüitabilidade (E), nos três locais de coleta, Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL), calculados pelo método de Shannon-Wiener.

Local	Simulação 1			Simulação 2			Simulação 3		
	IC	IM	AL	IC	IM	AL	IC	IM	AL
Nº de Espécies	57	75	122	56	74	121	55	73	120
Nº de Indivíd.	1962	2130	1784	1293	1225	1429	1042	1005	1108
Diversidade	3,6771	3,6317	4,6828	4,1750	4,6043	4,9474	4,2995	4,7844	5,3895

Na Tabela 12 (simulação 1) observa-se que o índice de diversidade da Ilha das Cobras é ligeiramente maior que o da Ilha do Mel, o que contraria a princípio, a hipótese de que a diversidade de uma ilha é diretamente proporcional ao seu tamanho, considerando um isolamento padrão (MACARTHUR & WILSON, 1967). Este resultado, aparentemente contraditório, é explicado pela baixa equitabilidade na amostra da Ilha do Mel, decorrente da presença nesta de 905 indivíduos (cerca de 42,5% da amostra) de apenas uma espécie (*Dialictus opacus*). Em nossa opinião, o método de Shannon-Wiener supervaloriza a importância da equitabilidade no cálculo da diversidade, o que o torna inadequado para a avaliação da diversidade em comunidades de abelhas, que geralmente apresentam algumas espécies com alta densidade populacional. Para demonstrar a distorção provocada por uma baixa equitabilidade, foi proposta uma simulação (Tabela 12) em que desconsideram-se em cada amostra a presença da espécie mais abundante (simulação 2) e das duas mais abundantes (simulação 3). Em ambos os casos, observa-se que apesar da diminuição no número total de espécies, os índices de diversidade aumentaram e se diferenciaram progressivamente entre as amostras.

Laroca (*cf.* LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982) propõe um método gráfico para representar a diversidade de uma determinada comunidade. Neste, são correlacionados o número acumulado de indivíduos (em escala logarítmica) e o número acumulado de espécies para cada um dos locais de coleta. Esse tipo de análise tem a vantagem de fornecer uma melhor visualização da distribuição do número de indivíduos entre as várias espécies de cada comunidade. O gráfico da Figura 8, calculado por esse método, mostra com clareza as diferentes diversidades entre os três locais amostrados. Essa diferença é maior entre Alexandra (continente) e as ilhas e menor entre estas.

Na Figura 8, o "r" da equação da reta, que representa o coeficiente de correlação entre as variáveis, indica um alto grau de correlação para todas as amostras. O valor de **a**, que representa a riqueza de espécies de cada comunidade, indica uma acentuada redução na riqueza das comunidades da Ilha do Mel e sobretudo da

Ilha das Cobras. Resultado semelhante foi observado por LAROCA, CURE & BORTOLI (1982), que, comparando dados obtidos no Passeio Público, uma área restrita no centro de Curitiba-PR, com outras duas áreas dos arredores de Curitiba, obtiveram, para o Passeio Público, o mesmo comportamento gráfico encontrado para as Ilhas do Mel e das Cobras. Isso indica que os fatores que impõem uma menor diversidade em ilhas podem ser basicamente os mesmos que atuam em bosques urbanos restritos.

Um outro método para a avaliação da diversidade, atualmente utilizado, é o de PRESTON (1948, 1962). Neste, distribui-se graficamente as espécies segundo classes de abundância (oitavas), o que permite visualizar não só a riqueza de um determinado local, mas a distribuição quantitativa dos indivíduos por espécie. Segundo PRESTON (1948), é possível, a partir dessa distribuição, estimar o número total de espécies, inclusive as não coletadas, pois segundo ele, as amostras com um elevado número de indivíduos (amostras ideais) devem assemelhar-se à distribuição log-normal truncada. Isto entretanto tem sido muito criticado (PIELOU, 1975 e ROUTLEDGE, 1980) por não considerar as particularidades biológicas de cada espécie.

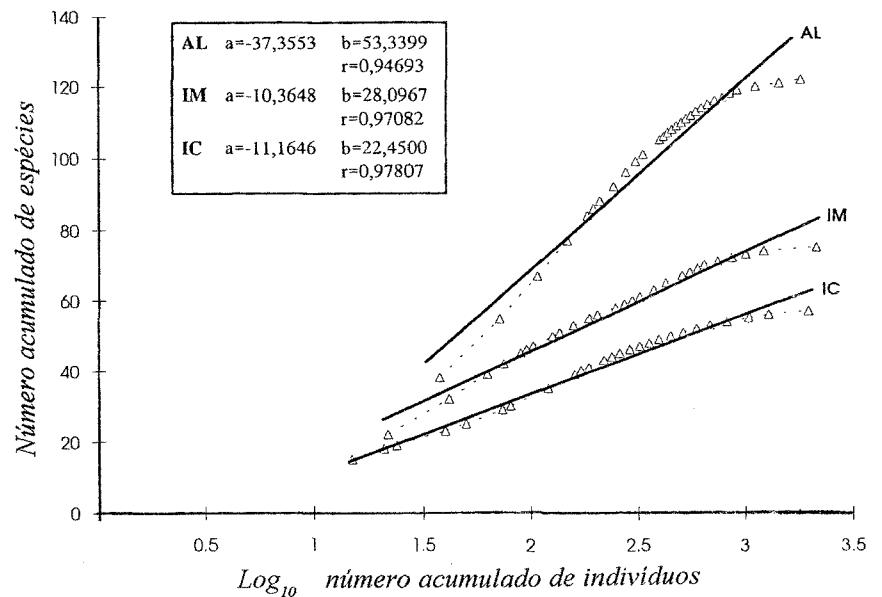


Fig. 8. Representação gráfica da diversidade, nos três locais de coleta, AL (Alexandra), IM (Ilha do Mel) e IC (Ilha das Cobras) pelo método proposto por Laroça (cf. LAROCA, CURE & BORTOLI, 1982).

A Figura 9 apresenta as curvas de cada uma das amostras, obtidas a partir do método de PRESTON (1948) e ajustadas por um programa de computador desenvolvido por GAUCH & CHASE (1974). Observa-se uma maior diversidade em Alexandra em relação às ilhas do Mel e das Cobras; neste caso, a altura das curvas representa a riqueza em número de espécies. Um aspecto interessante é a ausência de moda (o truncamento das curvas está à direita da moda) nas curvas de Alexandra e Ilha do Mel, indicando que nestes locais, possivelmente existem muitas espécies que não foram capturadas durante as coletas. Tal resultado contrasta com o obtido em outros estudos realizados no planalto paranaense e catarinense, que empregaram o mesmo método de coleta (ORTOLAN, 1989 e BORTOLI & LAROCA, 1990), pois nestes as curvas se apresentam truncadas à esquerda da moda, indicando uma menor proporção de espécies não coletadas. É possível que o "truncamento" observado nas curvas de Preston nas comunidades de abelhas, decorra principalmente do

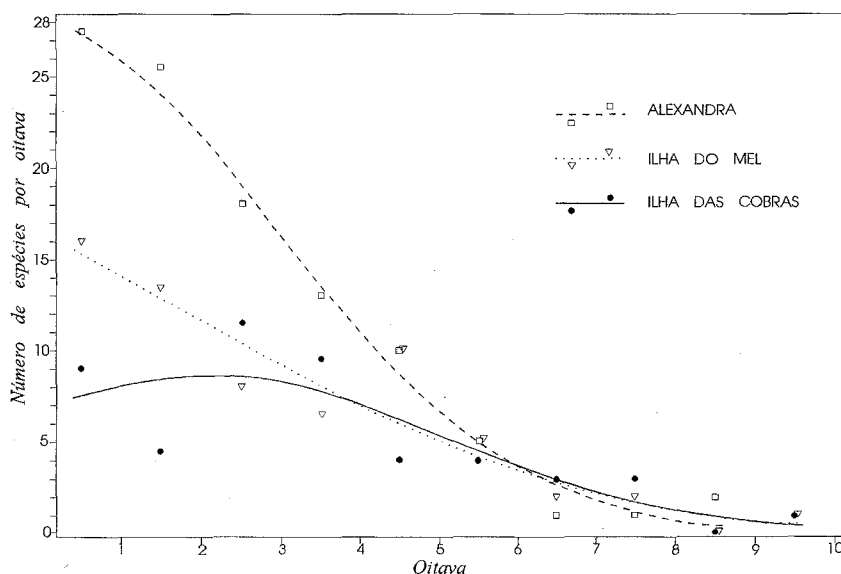


Fig. 9. Representação gráfica da diversidade nos três locais de coleta, calculados pelo método de PRESTON (1948).

método de amostragem, que não abrange a captura de abelhas em plantas com porte arbóreo ou de interior de mata, o que teoricamente excluiria certas espécies da comunidade. Neste caso, a proporção de espécies não capturadas — e consequentemente o truncamento da curva — seria maior nas amostras coletadas próximo à florestas, como é o caso de Alexandra e Ilha do Mel e menor em áreas de vegetação aberta (campo ou capoeira), como é o caso das amostras do planalto. Na Ilha das Cobras, apesar de existir mata próximo à área de coleta, a curva de Preston apresentou moda, o que pode estar relacionado ao pequeno tamanho da ilha, que possibilitou a amostragem de cerca de 20% de sua área total, englobando assim a maioria dos ambientes e nichos tróficos existentes, aumentando a representatividade da amostra.

Para o cálculo de similaridade entre as comunidades de abelhas de Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras empregou-se o método de MORISITA (1959), calculado a partir dos índices de diversidade de cada comunidade (obtidos pelo método de SIMPSON, 1949) e das comparações das comunidades duas a duas, quanto à abundância de indivíduos nas espécies exclusivas e compartilhadas. O índice de similaridade entre duas comunidades pode variar de 0 (nenhuma similaridade) a 100 (comunidades idênticas).

Na Figura 10 são apresentados os índices de similaridade entre os três locais de coleta, observando-se uma grande “proximidade faunística” entre as comunidades da Ilha das Cobras e da Ilha do Mel (84,85919). Comparando-se as ilhas ao continente (Alexandra), observa-se que os índices de similaridade caem violentamente (6,56199 e 6,14339). Nota-se entretanto que

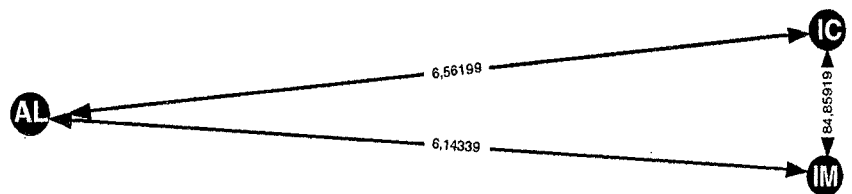


Fig. 10. Representação gráfica dos Índices de Similaridade entre os três locais de coleta, Alexandra (AL), Ilha do Mel (IM) e Ilha das Cobras (IC), calculados pelo método de MORISITA (1959). As linhas representam as distâncias relativas entre os três locais e seus comprimentos foram calculadas pela fórmula ($D = 100 - IS$), onde D = Distância Relativa e IS = Índice de Similaridade.

esses índices são bastante semelhantes entre si, o que reforça a hipótese que a insularidade pode estar agindo de forma semelhante em ambas as ilhas. Uma provável explicação da grande similaridade entre as comunidades das ilhas é que, em ambas, a extinção seja preferencialmente sobre os mesmos grupos de abelhas (ver discussão no item 3.2.5). Outro ponto a considerar é o fato de que as duas ilhas, apesar de possuírem tamanhos diferentes, estão ambas à beira mar, compartilhando condições climáticas, edáficas e vegetacionais bastante semelhantes.

3.2.4 ESPÉCIES PREDOMINANTES

Em uma comunidade animal, a abundância relativa de cada espécie pode indicar sua "importância" no ecossistema. Em comunidades de Apoidea, em geral encontram-se padrões contínuos de distribuição, desde espécies extremamente abundantes, muitas vezes com mais de 50% dos indivíduos da amostra, até espécies raras, com apenas 1 indivíduo coletado (0.05% do total). Entretanto, como é difícil analisar padrões contínuos de distribuição, optou-se pelo método de KATO et al. (1952), que separa as espécies de uma determinada amostra em duas classes: espécies predominantes (com maior abundância de indivíduos) e espécies raras (as demais). A Figura 11 apresenta as espécies predominantes para a Ilha das Cobras. Os dados referentes às espécies predominantes de Alexandra e Ilha do Mel são apresentados respectivamente em LAROCA (1974) e ZANELLA (1991).

A Tabela 13 apresenta o número de espécies predominantes e raras para cada um dos três locais de coleta. Tais dados demonstram que em Alexandra, onde teoricamente há menor probabilidade de extinção, houve a manutenção de um maior número de espécies raras em relação às ilhas, indicando que tais espécies possivelmente foram preferencialmente extintas nas ilhas (ver discussão no item 3.2.5).

Tabela 13. Espécies predominantes e raras para os três locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL). Os dados de Alexandra e Ilha do Mel foram transcritos respectivamente de LAROCA, 1974 e ZANELLA, 1991.

	IC		IM		AL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Espécies Predominantes	32	56,1	30	40,0	38	31,1
Espécies Raras	25	43,9	45	60,0	84	68,9

Na Tabela 14, observa-se que, enquanto na Ilha das Cobras as 5 espécies mais abundantes são da família Halictidae, em Alexandra todas elas são da família Apidae. Já na Ilha do Mel, ocorre um padrão aparentemente intermediário entre os dois primeiros locais.

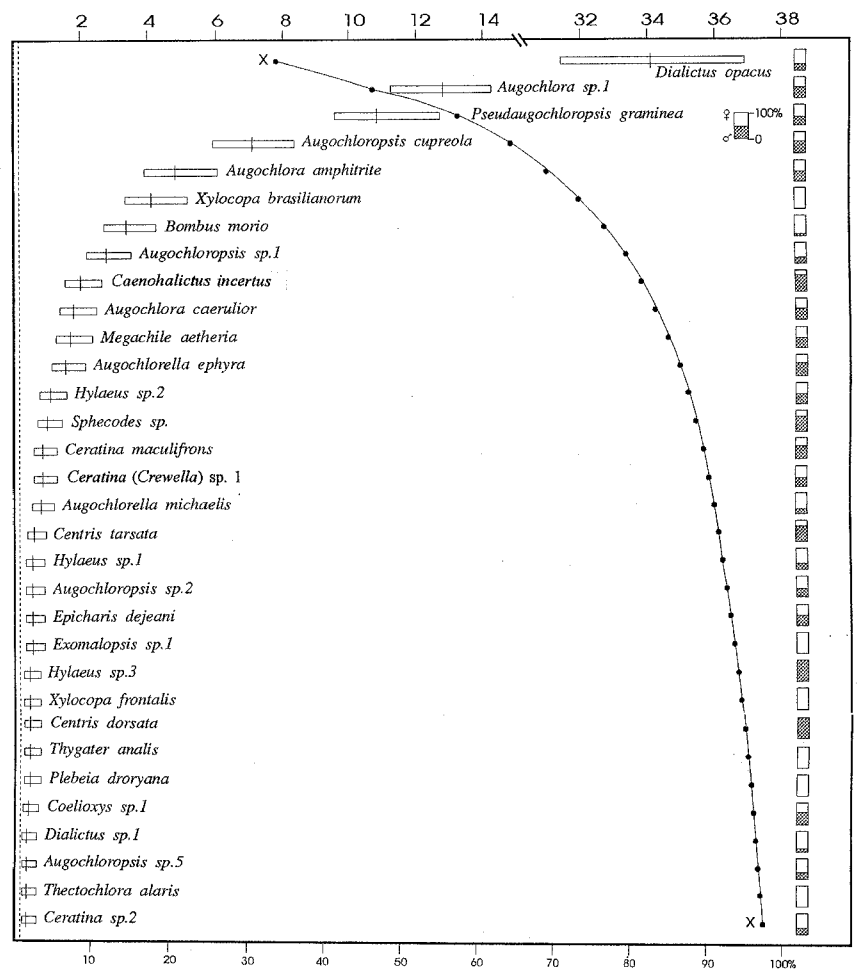


Fig. 11. Abundância relativa das espécies de abelhas silvestres predominantes na Ilha das Cobras. Os limites de confiança ($p=0,05$), representados pelas barras horizontais foram calculados pelo método de KATO *et al.* (1952). A linha tracejada vertical representa o limite superior para $K=0$. A curva (x-x) representa a porcentagem acumulada de indivíduos (escala na base do gráfico) e os histogramas à direita representam as razões sexuais de cada espécie.

Tanto na Ilha do Mel como na Ilha das Cobras, a espécie mais abundante foi *Dialictus opacus*, curiosamente, representada por apenas 3 exemplares em Alexandra. É possível que a baixa densidade de Meliponinae nas Ilhas tenha favorecido o aumento da população de *Dialictus opacus*, talvez por serem estes competidores potenciais dos Meliponinae.

Tabela 14. As cinco espécies mais abundantes para cada um dos três locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL), em ordem decrescente de abundância.

	IC		IM		AL	
	espécie	%	espécie	%	espécie	%
1ª	<i>Dialictus opacus</i>	34,10	<i>Dialictus opacus</i>	42,49	<i>Trigona fuscipennis</i>	19,90
2ª	<i>Augochlora sp.1</i>	12,79	<i>Ceratinula sp.3</i>	10,33	<i>Trigona spinipes</i>	18,00
3ª	<i>Pseudaugochl. graminea</i>	10,86	<i>Plebeia remota</i>	06,48	<i>Bombus morio</i>	10,93
4ª	<i>Augochloropsis cupreola</i>	07,08	<i>Plebeia droryana</i>	05,77	<i>Partamona helleri</i>	04,04
5ª	<i>Augochlora amphitrite</i>	04,79	<i>Bombus morio</i>	04,46	<i>Xylocopa brasiliatorum</i>	03,48

Entre os Halictidae, 71% das espécies são predominantes na Ilha das Cobras, 50% na Ilha do Mel e apenas 25% em Alexandra, mostrando que nas ilhas, esta família apresenta riqueza não somente em número de espécies, mas também em abundância de indivíduos por espécie (Fig. 7).

Na Figura 12 são apresentadas as espécies predominantes na Ilha das Cobras, Ilha do Mel e Alexandra. Entre as espécies predominantes, exclusivas da Ilha do Mel e da Ilha das Cobras, a maioria é da família Halictidae (respectivamente 5 e 8 espécies). Já em Alexandra, a maioria das espécies predominantes e exclusivas é do grupo Meliponinae (8 espécies) e do grupo Anthophoridae (5 espécies).

Na Tabela 15 são apresentadas as razões sexuais médias entre as abelhas silvestres da Ilha das Cobras, Ilha do Mel e Alexandra. Em todos os casos houve uma ampla predominância de fêmeas. Este fato é atribuído por LAROCA (1974), à duas possíveis causas: 1.

Tabela 15. Razões sexuais médias das abelhas silvestres nas três amostras: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

	IC		IM		AL		% Média
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Fêmeas	1186	60,4	1552	72,9	1596	89,5	74,27
Machos	776	39,6	578	27,1	188	10,5	25,73

diferenças entre o comportamento de visitação às flores entre os dois sexos, pois geralmente os machos (na maioria das espécies não sociais) só visitam flores para coletar alimentos para a própria sobrevivência ou para o acasalamento (em algumas espécies), 2. menor longevidade de machos em relação à fêmeas. Essas causas logicamente diminuem a probabilidade de se capturar machos, já que o método de coleta é direcionado às flores.

Os dados apresentados na Tabela 15, indicam diferenças significativas entre as razões sexuais de cada área de coleta. Na Ilha das Cobras, a razão sexual é próxima à 60% para fêmeas e, no outro extremo, em Alexandra, esta aumenta para quase 90%. Estas diferenças talvez possam ser explicadas pela riqueza de Meliponinae em Alexandra, cujos machos raramente são coletados sobre flores, em oposição à riqueza de Halictidae na Ilha das Cobras e na Ilha do Mel; família esta, representada por espécies de variados graus de sociabilidade, cujos machos, principalmente na época de reprodução, visitam as flores em busca de fêmeas e de alimentos (néctar) para a própria subsistência.

Um dos motivos que elevou a porcentagem média de machos na Ilha das Cobras é a alta abundância destes entre as espécies mais populosas do local (ver histogramas à direita de cada espécie na Figura 11). Só nas primeiras 5 espécies, todas Halictidae, a porcentagem média de machos passa de 46%.

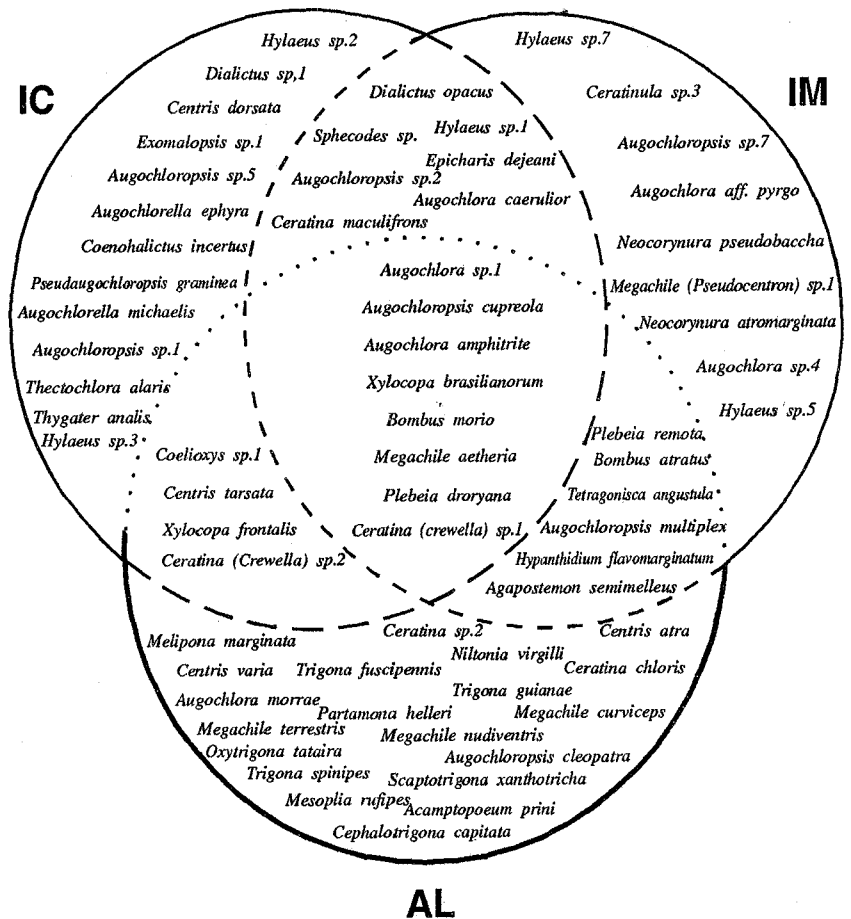


Fig. 12. Espécies de abelhas predominantes em cada um dos três locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL), calculadas pelo método de KATO *et al.* (1952).

Os dados apresentados na Tabela 15, indicam diferenças significativas entre as razões sexuais de cada área de coleta. Na Ilha das Cobras, a razão sexual é próxima à 60% para fêmeas e, no outro extremo, em Alexandra, esta aumenta para quase 90%. Estas diferenças talvez possam ser explicadas pela riqueza de Meliponinae em Alexandra, cujos machos raramente são coletados sobre flores, em oposição à riqueza de Halictidae na Ilha das Cobras e na Ilha do Mel; família esta, representada por espécies de variados graus

de sociabilidade, cujos machos, principalmente na época de reprodução, visitam as flores em busca de fêmeas e de alimentos (néctar) para a própria subsistência.

Um dos motivos que elevou a porcentagem média de machos na Ilha das Cobras é a alta abundância destes entre as espécies mais populosas do local (ver histogramas à direita de cada espécie na Figura 11). Só nas primeiras 5 espécies, todas Halictidae, a porcentagem média de machos passa de 46%.

3.2.5 ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS

Durante os períodos glaciais do quaternário, a retenção de água nas geleiras expôs grandes áreas da plataforma continental, atualmente submersas. Tais áreas formaram "pontes" que permitiram migrações entre o continente e ilhas próximas (denominadas "*land bridge islands*" por MACARTHUR, 1972) promovendo uma provável homogeinização faunística e florística. Apesar de divergências entre vários autores, a interpretação predominante é de que o nível do mar tem subido desde o final da última glaciação até alcançar os níveis atuais. Segundo BIGARELLA (1978), há 12.000 anos o nível do mar na costa sul brasileira, estava aproximadamente 40 metros abaixo do nível atual. Nesta época tanto a Ilha do Mel como a Ilha das Cobras se encontravam ligadas ao continente, permitindo o fluxo de espécies entre as áreas. Este fluxo deve ter progressivamente diminuído até aproximadamente 5.000 anos, quando, segundo BIGARELLA, ANDRADE-LIMA & RIEHS (1975) o mar alcançou os níveis atuais e tem variado desde então apenas 1 ou 2 metros. Se analisarmos entretanto as profundidades dos arredores das ilhas, observamos que ambas possuem na face norte, grandes deposições de materiais sedimentares, principalmente areia, formando baixios com profundidades entre 5 e 9 metros (níveis atuais). Mesmo considerando que muito deste sedimento tenha se depositado nos últimos 5.000 anos é provável que há cerca de 7.000 anos não houvesse ainda uma clara delimitação entre as ilhas e o continente, pois segundo a curva de Fairbridge (cf. BIGARELLA, 1978), o nível do mar nesse período estava 10 metros abaixo do atual.

A cada período glacial do pleistoceno, a diminuição das temperaturas do ar e do mar consequentemente reduziram a precipitação, fazendo com que muitas áreas, anteriormente ocupadas por florestas tropicais e sub-tropicais, se tornassem semi-áridas, abrindo caminho para a expansão de formações vegetais abertas, savanas e pampas (BIGARELLA, MARQUES F.^o & AB' SÁBER, 1961; BIGARELLA & SALAMUNI, 1961; BIGARELLA, ANDRADE-LIMA & RIEHS, 1975 e KLEIN, 1984). Em períodos interglaciais este processo se invertia com a expansão das florestas sobre as áreas abertas. É provável que desde a delimitação das ilhas em estudo, há menos de 7.000 anos, não tenha havido grandes modificações nas formações florestais, pois BIGARELLA, ANDRADE-LIMA & RIEHS (1984) consideram que o "ótimo climático", durante o qual houve a máxima expansão florestal, tenha ocorrido há 5 ou 6 mil anos.

Levando-se em conta que a separação total entre o continente e as ilhas estudadas ocorreu há aproximadamente 7.000 anos e que esse período é relativamente pequeno para caracterizar processos efetivos de especiação, pode-se supor que a diferenciação entre as comunidades de abelhas da Ilha do Mel, Ilha das Cobras e Alexandra (no continente), seja consequência principalmente de processos de extinção e migração. No entanto é necessário observar que as ilhas não têm exatamente as mesmas características paisagísticas de Alexandra. Nas ilhas, a proximidade do mar permitiu o estabelecimento de formações vegetais peculiares, tais como a vegetação das praias, das dunas e os mangues (KLEIN, 1984). Para abelhas que constroem os ninhos no solo, as características edáficas podem ser uma barreira efetiva ao estabelecimento de certas espécies (MICHENER et al., 1958). Condições climáticas diferentes, como a maior velocidade do vento nas ilhas, podem também contribuir significativamente para a diferenciação entre as comunidades em estudo.

Partindo-se do pressuposto que as comunidades das três áreas de coleta são amostras de um mesmo ecossistema primitivo, dividido em um dado momento, pode-se supor que a amostra do continente contenha a maior parte das espécies e gêneros encontrados nas ilhas, pois, segundo MACARTHUR & WILSON (1963 e 1967), nessas, as probabilidades de extinção de espécies são muito maiores que no

continente. Não se pode esquecer entretanto, as peculiaridades paisagísticas e climáticas que podem influenciar decisivamente os padrões faunísticos de cada local.

Na Figura 13, observa-se que pelo pequeno número de gêneros exclusivos nas Ilhas (7) e o grande número de gêneros exclusivos no continente (17), o “conjunto” Alexandra (AL) engloba quase totalmente os “sub-conjuntos” Ilha das Cobras (IC) e Ilha do Mel (IM). Estes dados podem ser melhor evidenciados quando se observa que, com exceção do gênero *Hylaeus*, que possui 11 espécies, os

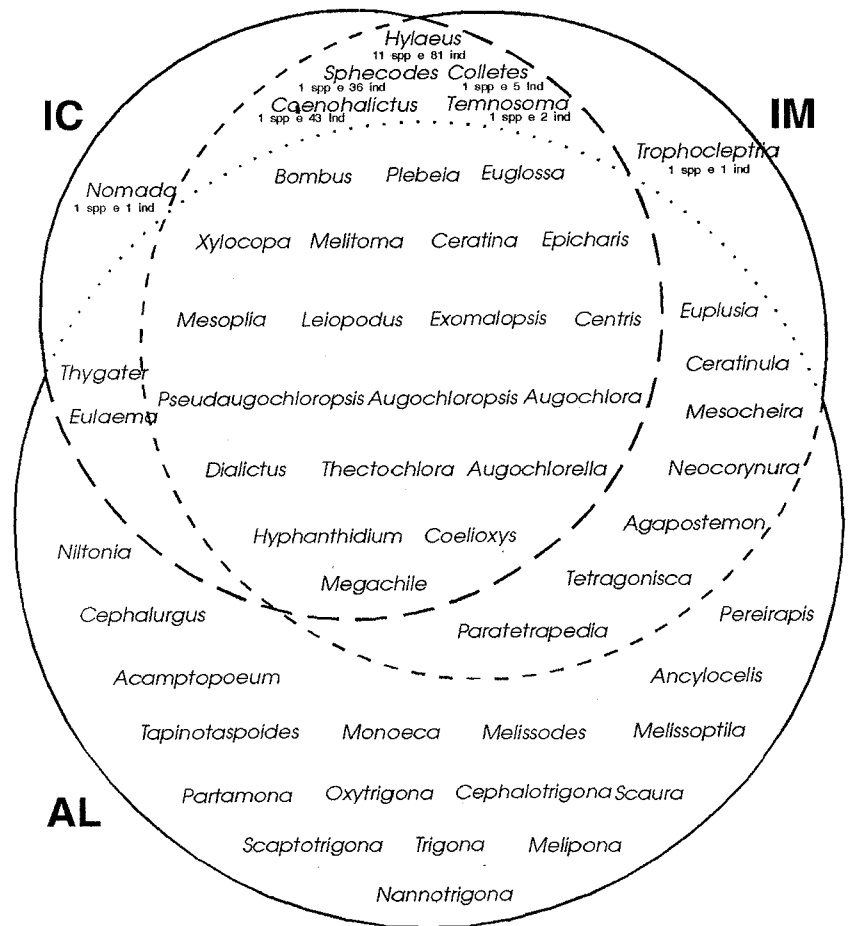


Fig. 13. Gêneros de abelhas presentes no três locais de coleta: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

demais gêneros exclusivos das ilhas possuem apenas uma espécie. A Figura 13 evidencia também uma grande similaridade entre as faunas da Ilha das Cobras e da Ilha do Mel, similaridade essa já discutida no item 2.3. É provável que a ocorrência de gêneros exclusivos nas ilhas esteja relacionada às condições peculiares das mesmas, por exemplo, a existência de *Schinus terebinthifolius* apenas nas amostras das ilhas propiciou nessas a coleta de uma grande variedade de espécies do gênero *Hylaeus*, ausentes nas amostras do continente. Possivelmente coletas mais exaustivas no continente, principalmente em locais mais próximos da orla marítima e portanto mais semelhantes floristicamente às ilhas, poderiam revelar a existência da maioria das espécies atualmente exclusivas das ilhas.

Uma análise a nível de espécie é feita a partir dos dados apresentados na Figura 14. Tais dados corroboram a hipótese de que a fauna das ilhas é parte da fauna original do continente — que no caso é provavelmente a área fonte das espécies — pois neste, há

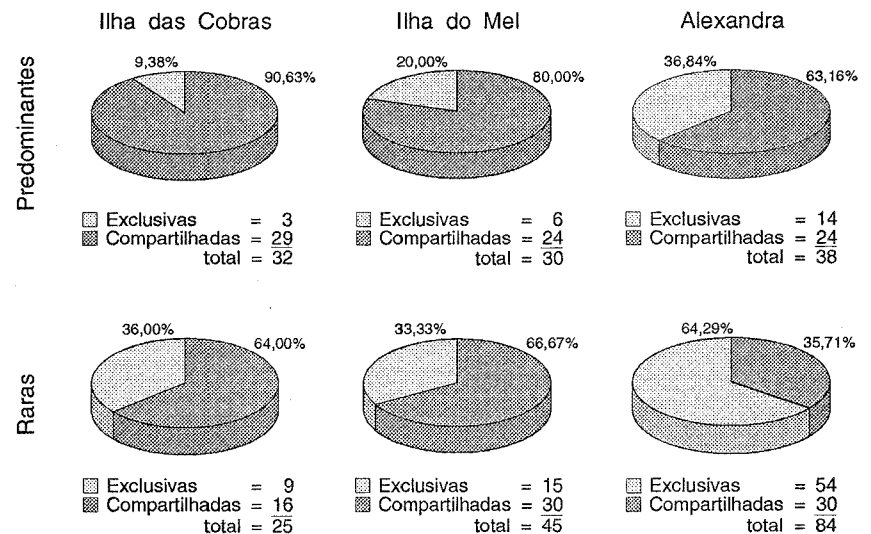


Fig. 14. Porcentagem de espécies exclusivas em relação às compartilhadas entre pelo menos duas amostras, para as abelhas silvestres predominantes e raras (calculadas pelo método de KATO *et al.*, 1952), nos três locais de coleta: Ilha das Cobras, Ilha do Mel e Alexandra.

uma porcentagem muito maior de espécies exclusivas do que nas ilhas. Esta porcentagem, no caso das espécies raras (Fig. 14), torna-se ainda maior, ultrapassando inclusive a porcentagem de espécies compartilhadas. Se a análise for feita à partir dos números absolutos, estas diferenças se tornam ainda mais evidentes.

A fim de estabelecer possíveis influências da insularidade sobre a bionomia de certos grupos de abelhas, ZANELLA (1991) comparou as relações de frequência entre espécies predominantes e raras, exclusivas do continente (Alexandra) e comuns entre o continente e a Ilha do Mel. Seus resultados mostraram que a maior parte das espécies exclusivas do continente foram espécies raras, o que concorda com a hipótese de MACARTHUR & WILSON (1967), segundo a qual a probabilidade de extinção de espécies raras é maior em ilhas e em locais restritos. Os dados apresentados na Figura 14 reforçam esta hipótese, pois o número de espécies raras aumenta quase geometricamente entre a Ilha das Cobras (local com grandes restrições), a Ilha do Mel e Alexandra (no continente). Por outro lado, a tendência de extinção entre as espécies predominantes parece mais baixa nas três comunidades, principalmente entre as espécies compartilhadas, cujos números são muito semelhantes.

A família Colletidae foi o grupo de abelhas com menor representação relativa no continente, pois de um total de 13 espécies somente uma ocorreu em Alexandra. Uma das possíveis explicações é que das espécies coletadas, a maior parte é oligotrófica, ou seja, visitam apenas um reduzido número espécies vegetais. Assim, a simples ausência de certas plantas na área de coleta, pode excluir estas espécies da amostra. É o caso das 11 espécies do gênero *Hylaeus* presentes exclusivamente nas ilhas e cuja maioria dos exemplares foram capturados sobre flores de *Schinus terebinthifolius*, ausente nas amostragens de Alexandra. Apesar disso, entre as espécies do gênero, 4 são exclusivas da Ilha das Cobras, 5 da Ilha do Mel e apenas 2 são comuns às duas ilhas, mostrando que cada espécie depende de condições ambientais bastante específicas. Entre as espécies de *Hylaeus* exclusivas, a maior parte são espécies raras com apenas 1 ou 2 indivíduos, o que evidentemente diminui a probabilidade de serem coletadas em duas

áreas. É possível também que, neste caso, o ambiente insular tenha extinto outros grupos potencialmente competidores, favorecendo a manutenção da diversidade no gênero.

Entre os Colletidae, a única espécie presente em Alexandra foi *Niltonia virgilli*, ausente nas amostras das ilhas. Essa espécie, possivelmente monoléptica, é especializada na coleta de nectar e pólen em flores de *Jacaranda puberula*, uma bignonácea comum na região litorânea do Paraná (LAROCA & ALMEIDA, 1985). ZANELLA (1991) considera que a presença da espécie apenas no continente deveria estar ligada à não ocorrência da planta "hospedeira" na amostra da Ilha do Mel. Porém, na Ilha das Cobras, foram realizadas várias coletas em exemplares de *Jacaranda puberula*, inclusive fora dos horários de coleta, sem a captura de indivíduos de *Niltonia virgilli*. É possível que devido à alta especialização e raridade desta espécie, ela tenha sido extinta na Ilha das Cobras.

Ao contrário de Colletidae, Megachilidae foi a família com menor representação relativa nas ilhas, onde observou-se uma grande tendência de redução na riqueza de espécies. De um total de 37 espécies, todas representadas nas amostras do continente (Alexandra), apenas 9 ocorreram nas ilhas. Entre todos os gêneros de abelhas das três comunidades, *Megachile* foi o mais rico em número de espécies (29). Porém, nas ilhas, o ambiente insular aparentemente provocou a extinção da maior parte das espécies do grupo, pois além de seu número reduzido, todas elas estão representadas também no continente (Tabela 9). Esses dados vão de encontro à hipótese levantada por LAROCA, SCHWARTZ & ZANELLA (1987), segundo a qual é comum o rápido desaparecimento de espécies desse gênero em áreas modificadas, principalmente em zonas urbanas e locais com ampla monocultura. ZANELLA (1991), sugere que uma das possíveis causas da alta taxa de extinção no grupo, possa estar relacionada ao número relativamente baixo de indivíduos por espécie (populações pequenas). Em outros trabalhos sobre comunidades de abelhas que empregaram o mesmo método de coleta, a densidade de indivíduos por espécie no gênero *Megachile* se apresentou baixa, de 1,6 à 4,6 (SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967; CURE, 1983; ORTH, 1983; ORTOLAN, 1989 e BORTOLI & LAROCA, 1990). En-

Tabela 16. Perfil da composição faunística em termos de espécies exclusivas e compartilhadas e número médio de indivíduos por espécie no gênero *Megachile*, nas três amostras: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

	IC	IM	AL
Nº total de Espécies	3	5	29
Espécies exclusivas	0	0	23
Espécies compartilhadas	3	5	6
Nº médio de indivíduos por espécie	13,0	7,6	4,1

tretanto, os dados apresentados na Tabela 16 mostram um número médio de indivíduos por espécie maior para a Ilha do Mel e principalmente para a Ilha das Cobras. É possível neste caso que somente as espécies com populações maiores tenham suportado o ambiente insular.

Entre todas as famílias, Anthophoridae foi a que apresentou maiores semelhanças em termos de abundância relativa de espécies entre as amostras, 33% na Ilha das Cobras, 32% na Ilha do Mel e 28,7% em Alexandra. A manutenção da representação relativa nas três comunidades pode ser consequência da grande diversidade de comportamentos (níveis de organização social) e hábitos de coleta entre as espécies do grupo. Esta diversidade provavelmente aumenta o número de nichos a serem explorados pelo grupo, diminuindo portanto a probabilidade de extinção preferencial do grupo como um todo.

Comparando-se as abundâncias de indivíduos por família (Fig. 7), observa-se a supremacia absoluta dos Halictidae nas ilhas, principalmente na Ilha das Cobras e em contrapartida, sua pobreza no continente. Mesmo quando se comparam as abundâncias de espécies por família (Fig. 6), esta tendência, se bem que atenuada, se repete mostrando que esta família provavelmente se "beneficiou" do ambiente insular. Isso significa que, nas ilhas, a maioria das espécies do grupo se manteve, enquanto outros grupos foram extintos preferencialmente. A Tabela 17 mostra que, apesar do número de

espécies ser semelhantes entre as três comunidades, o número médio de indivíduos por espécie é extremamente maior nas ilhas, principalmente na Ilha das Cobras. MACARTHUR, DIAMOND & KARR (1972) definem esse fenômeno como “compensação de densidade”. Segundo estes autores, duas comunidades isoladas, porém próximas, tendem a ter densidades de indivíduos semelhantes. Se em uma dessas, a riqueza de espécies for menor, consequentemente o número de indivíduos por espécie será maior, compensando assim a densidade. ZANELLA (1991), observou esse fenômeno comparando dados de Alexandra (densidade média = 14,6) com dados da Ilha do Mel (densidade = 28,4). Os dados da Ilha das Cobras (densidade média = 34,4) comprovam haver esta compensação entre as três áreas estudadas. A densidade de uma espécie pode variar bastante entre áreas de coleta. Por exemplo, *Dialictus opacus*, que no continente apresentou apenas 4 indivíduos, na Ilha das Cobras apresentou 669 e na Ilha do Mel, 905. Esses números mostram que essa espécie, rara no continente, provavelmente se beneficiou de alguma condição especial criada pela insularidade, talvez a extinção de competidores potenciais, tornando-se extremamente abundante nas ilhas. ZANELLA (1991), levanta a hipótese que essa abundância extremamente alta, possa estar relacionada à escassez de Meliponinae em ilhas, pois o número total de indivíduos desta subfamília em Alexandra é semelhante ao de *D. opacus* na Ilha do Mel. Esta hipótese é coerente, pois na Ilha das Cobras, onde a escassez de Meliponinae é ainda maior que na

Tabela 17. Perfil da composição faunística em termos de espécies exclusivas e compartilhadas e número médio de indivíduos por espécie na família Halictidae, nas três amostras: Ilha das Cobras (IC), Ilha do Mel (IM) e Alexandra (AL).

	IC	IM	AL
Nº total de Espécies	21	28	28
Espécies exclusivas	5	10	14
Espécies compartilhadas	16	18	14
Nº médio de indivíduos por espécie	75,9	44,1	4,9

Ilha do Mel, apesar do número de indivíduos da espécie ser um pouco menor, a diversidade de espécies do gênero *Dialictus* é maior.

A abundância extremamente baixa de espécies de Apidae nas ilhas, devido ao processo de extinção preferencial no grupo (principalmente dos Meliponinae) e o consequente aumento da representação relativa de Halictidae, vai de encontro às hipóteses de ROUBIK (1979) e LAROCA (1983), que indicam serem esses grupos, possíveis competidores. Entretanto, é necessário considerar que, como os dois grupos são muito diversificados do ponto de vista bionômico e ecológico, somente as espécies com nichos tróficos semelhantes seriam potencialmente competidoras. Portanto, somente estudos mais detalhados, que abordem possíveis sobreposições de nichos tróficos, poderão elucidar devidamente essa questão.

A presença do gênero *Sphecodes* apenas nas amostras das ilhas, deve estar relacionada à abundância de *Dialictus opacus*, pois possivelmente essa espécie deve ser "parasitada" por *Sphecodes*, já que HURD & MOURE (1987) citam esse gênero como parasita de uma espécie congênere de *D. opacus*.

Um dos aspectos faunísticos mais discrepantes entre as comunidades estudadas é a escassez de Meliponinae nas ilhas em contraste com a grande riqueza encontrada no continente. Das 13 espécies coletadas, todas representadas em Alexandra, somente 3 ocorreram na Ilha do Mel e apenas 1 na Ilha das Cobras. Uma das possíveis explicações é o fato de que todas as espécies do grupo são altamente eussociais e portanto possuem geralmente apenas uma fêmea fértil em cada colônia (KERR, 1949 e BEGO, 1989, referem-se a diversas fêmeas reprodutivas em colônias de *Melipona bicolor*). O pequeno número de indivíduos reprodutivos entre as espécies do grupo, reduz drasticamente a probabilidade de que em locais restritos ou isolados geograficamente, suas populações se mantenham equilibradas geneticamente, aumentando portanto a possibilidade de extinção. Segundo CUNHA & KERR (1957), nos Hymenoptera, a determinação do sexo é determinada pelo equilíbrio entre duas séries de genes, uma masculinizante, sem efeito aditivo e outra feminilizante, com efeito aditivo. Assim, os indivíduos haplóides são machos e os diplóides fêmeas. Nos Meliponinae, a

homozigose dos alelos de um desses genes (Xo), produz machos diplóides (2n), que são mortos pelas operárias da colônia logo ao nascer, juntamente com a rainha-mãe, podendo debilitar ou mesmo exterminar toda a colônia (KERR & ALMEIDA, 1981 e KERR & VENCovsky, 1982). Assim, um intenso endocruzamento pode progressivamente extinguir toda uma população. Segundo esses autores, o número de alelos Xo no grupo deve ser cerca de 40, ou seja, a manutenção do equilíbrio gênico em uma população depende de um fluxo gênico entre pelo menos 40 colônias. Como as ilhas estudadas constituem um isolamento efetivo à migração das espécies do grupo (ver discussão mais adiante), a existência de Meliponinae nas mesmas deve pressupor a existência de um número alto de colônias. É pobre a literatura referente à densidade de colônias de Meliponinae, porém alguns estudos sugerem densidades aparentemente altas para algumas espécies (MICHENER, 1946; KERR, 1951; HUBBEL & JOHNSON, 1977 e TAURA & LAROCA, 1991). Na Tabela 18, reunimos alguns dados bionômicos de algumas das espécies coletadas. A distribuição espacial das populações de abelhas possi-

Tabela 18. Dados bionômicos de algumas das espécies de Meliponinae coletadas em Alexandra, Ilha do Mel e Ilha das Cobras.

Espécie	Nº máximo de indivíduos por colônia (estimado)	Nº estimado de operárias em 40 colônias	Nº estimado de colônias por hectare
<i>Cephalotrigona capitata</i>	1.500 (4)	60.000	
<i>Melipona marginata</i>	243 (1)	9.720	4,50 (3)
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	3.000 (4)	120.000	0,76 (2)
<i>Oxytrigona tataira cagafogo</i>	1.900 (6)	76.000	
<i>Plebeia droryana</i>	3.000 (4)	120.000	
<i>Plebeia remota</i>	1.500 (8)	60.000	
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	80.000 (1)	3.200.000	
<i>Scaura latitarsis</i>	450 (6)	18.000	
<i>Tetragonisca angustula</i>	5.000 (4)	200.000	0,94 (7)
<i>Trigona fulviventrís guianae</i>	10.000 (6)	400.000	0,22 (5)
<i>Trigona fuscipennis</i>	10.000 (6)	400.000	0,30 (5)
<i>Trigona spinipes</i>	180.000 (4)	7.200.000	0,18 (7)

FONTES DOS DADOS: (1) VON IHERING, 1903; (2) MICHENER, 1946; (3) KERR, 1951; (4) LINDAUER & KERR, 1960; (5) HUBBEL & JOHNSON, 1977; (6) ROUBIK, 1983; (7) TAURA & LAROCA, 1991; (8) Observação do autor.

velmente varia de local para local. KERR (1951) verificou uma visível concentração de ninhos de certas espécies em determinadas áreas. Portanto, a interpretação dos dados apresentados a seguir deve ser cautelosa.

Uma das possíveis causas para o pequeno número de espécies de Meliponinae na Ilha do Mel e principalmente na Ilha das Cobras talvez seja a dificuldade de se manter um elevado número de colônias no espaço relativamente limitado dessas ilhas. A existência de três espécies (*Plebeia droryana*, *P. remota* e *Tetragonisca angustula*) na Ilha do Mel, cada uma representada por um bom número de indivíduos, talvez possa ser explicada por duas particularidades biológicas comuns à essas espécies. A primeira é que todas possuem colônias relativamente pouco populosas (Tabela 18), o que faria com que o espaço restrito da ilha pudesse acomodar um número relativamente grande de colônias. A segunda relaciona-se ao fato que essas espécies naturalmente apresentam densidades altas de colônias por área, sendo geralmente pouco exigentes quanto aos locais para nidificação (Tabela 18). Esta hipótese parece coerente, pois muitas das espécies exclusivas de Alexandra, *Trigona spinipes*, *T. fuscipennis*, *T. fulviventris guianae*, *Scaptotrigona xanthotricha* e *Partamona helleri*, possuem colônias muito numerosas (Tabela 18). Se imaginarmos um mínimo de 40 colônias ativas para cada população geneticamente equilibrada, podemos estimar que o número total de indivíduos seria dificilmente suportado por uma área restrita. Outras espécies igualmente exclusivas em Alexandra, porém com colônias menos numerosas, como *Cephalotrigona capitata*, *Melipona marginata*, *Oxytrigona tataira cagafogo* e *Scaura latitarsis*, são normalmente mais raras na região e seus ninhos devem ser naturalmente esparsos (observação pessoal), portanto dificilmente poderiam manter populações estáveis na Ilha do Mel. Na Ilha das Cobras, uma área ainda muito mais restrita, foram coletados somente 8 exemplares de Meliponinae pertencentes à apenas uma espécie, *Plebeia droryana*. Essa densidade extremamente baixa de indivíduos pode evidenciar um provável processo de extinção, pois se considerarmos a existência de 40 colônias da espécie na ilha, teríamos uma população de aproximadamente

120.000 operárias. É possível que a presença dessa espécie esteja relacionada à introdução pelo homem. Porém, se esta ocorreu, deve ter sido há pelo menos 10 ou 15 anos, pois o único morador local dos últimos anos desconhece qualquer introdução. A falta de dados biológicos mais precisos a respeito desta espécie dificulta uma interpretação mais conclusiva, porém é possível que a população desta espécie tenha se mantido equilibrada desde o isolamento da ilha, sugerindo nesse caso, um aprofundamento no estudo da genética de populações do grupo.

Uma outra hipótese para explicar a pobreza de espécies de Meliponinae na Ilha do Mel foi sugerida por ZANELLA (1991). Segundo esta hipótese, na época do isolamento da ilha, o clima possivelmente semi-árido fez com que as florestas regredissem na região, dando lugar à vegetação aberta e extinguindo conseqüentemente a maior parte das espécies do grupo. Esta hipótese é pouco provável, pois conforme projeções sugeridas anteriormente, na época do isolamento possivelmente estaria ocorrendo o "ótimo climático", com a máxima expansão florestal (BIGARELLA, ANDRADE-LIMA & RIEHS, 1975).

Os possíveis processos de extinção, acima considerados, não podem por si só explicar as diferenças significativas encontradas entre as faunas do continente e das ilhas, pois como já foi discutido, existem certas diferenças paisagísticas entre Alexandra, Ilha das Cobras e Ilha do Mel. É provável também que entre os grupos de abelhas analisados, algumas espécies tenham a capacidade de transpor o espelho d'água contínuo entre o continente e as ilhas. O isolamento entre o continente e a Ilha das Cobras (2540 metros), é semelhante ao isolamento da Ilha do Mel (2850). Porém, em ambas existem ilhas próximas que servem como pontes e que estão separadas do continente por estreitos canais (ver Fig. 1). O isolamento nesse caso cai para 1750 m para a Ilha da Mel e 2370 m para a Ilha das Cobras.

A capacidade de migração pode variar de espécie para espécie de acordo com suas características bionômicas. Entre essas características, as mais importantes são provavelmente a capacidade de vôo dos indivíduos reprodutores, e a estratégia de ocupação de novos habitats.

Apesar da literatura sobre raios de vôo em abelhas ser relativamente escassa (KERR, 1951; FREE & BUTLER, 1959; KERR, 1959; LINDAUER & KERR, 1960; MOURE & SAKAGAMI, 1962; VON FRISCH, 1967; MARTIN & MCGREGOR, 1973 e ROUBIK & ALUJA, 1983), é provável que as espécies de grande porte tenham maior capacidade de vôo que as de pequeno porte (MICHENER, 1974). WILLE & OROZCO (1970) estimaram em 100 m o raio de vôo de *Lasioglossum umbripenne*, uma espécie minúscula, com porte semelhante a *Dialictus opacus*. Segundo essa hipótese, algumas das espécies estudadas, teriam teoricamente capacidade de transpor a “barreira d'água” entre o continente e as ilhas. Destacam-se entre essas, as dos gêneros *Bombus*, *Epicharis* e *Xylocopa*. Moure (in MOURE & SAKAGAMI, 1962) observou vários exemplares de *Bombus morio* atravessando a Baía de Guaratuba (litoral paranaense) em linha reta e a aproximadamente 1 metro sobre o mar. A largura da baía naquele ponto era de aproximadamente 2.500m. Este fato pode indicar inclusive que muitos exemplares de algumas das espécies maiores, tenham a capacidade de realizar diariamente travessias entre o continente e as ilhas, em busca de alimentos ou para o acasalamento. Entretanto, é necessário ponderar que tais vôos provavelmente sejam raros, pois neste caso, a energia despendida talvez seja alta em relação à energia obtida dos alimentos coletados.

Entre as espécies minúsculas, que teoricamente não teriam a capacidade de vôo suficiente para transpor a barreira d'água, é possível que alguns exemplares possam ser transportados passivamente por ventos fortes. Entretanto esta hipótese é meramente especulativa.

A capacidade de ocupação de novos habitats em abelhas está relacionada principalmente ao nível de organização social dos diversos grupos. Em espécies solitárias e subsociais, todas as fêmeas são férteis (MICHENER, 1974), portanto cada uma é uma unidade reprodutiva independente, o que certamente aumenta a probabilidade de que suas populações se estabeleçam e se mantenham em novos sítios. Por outro lado, em algumas espécies parasociais e em todas as eusociais, a presença de castas reprodutivas e castas estéreis entre as fêmeas, faz com que o número de unidades reprodutivas seja

apenas uma parcela do número total de indivíduos. Muitas vezes, para uma fêmea reprodutora (rainha), é necessária a assistência de várias fêmeas estéreis (operárias) para que uma determinada colônia possa se manter. Segundo MICHENER (1974), quanto maior o nível de organização social da espécie, maior a quantidade de “operárias” por fêmea fértil. Nas espécies sociais entretanto, muitas vezes aparecem mecanismos para facilitar a propagação dos indivíduos reprodutores (KERR, 1951). Em *Apis mellifera*, os machos (zangões) tem o raio de vôo muito maior do que o das operárias (DADANT, 1948), o que parece ser verdade também para os Meliponinae (KERR, 1951). É provável que no gênero *Bombus*, as “rainhas” tenham maior capacidade de vôo que as “operárias”, pois seus músculos torácicos são bem mais desenvolvidos.

A dificuldade de colonização de algumas espécies de abelhas altamente sociais está relacionada principalmente ao seu comportamento enxameatório. Em Meliponinae, por exemplo a divisão de colônias é gradual, existindo uma ligação de meses entre colônia-mãe e colônia-filha, antes que a jovem rainha se mude definitivamente para a nova colônia. NOGUEIRA-NETO (1954), observou o comportamento enxameatório de várias espécies de Meliponinae e em todos os casos, a distância entre a colônia-mãe e a colônia-filha não passou de 365 metros. Esta é uma das razões que praticamente impede que espécies desse grupo tenham a capacidade de transpor grandes barreiras naturais (KERR & MAULE, 1964 e MICHENER, 1979).

3.3 ASPECTOS DA FENOLOGIA NA ILHA DAS COBRAS

3.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Ao contrário dos climas tipicamente temperados, onde as estações são bem definidas e onde, nos meses de inverno, a atividade das abelhas é praticamente nula (LAROCA, 1983), na Ilha das Cobras, com clima subtropical, a sazonalidade é bem menos evidente, apresentando espécies em todos os meses do ano (Fig. 15, gráfico F), sendo que a maior riqueza de espécies e indivíduos foi encontrada entre os meses de novembro a março.

Na Ilha das Cobras observaram-se durante os dias de coleta variações relativamente grandes da temperatura e umidade relativa (Fig. 15, gráfico A e B). A temperatura durante as coletas variou de 15°C até 30,3°C e a umidade relativa média diária variou de 44 a 97%. As variações na abundância de abelhas coletadas, acompanham de uma maneira geral as variações desses parâmetros. Evidenciou-se uma grande correlação entre a temperatura média do dia de coleta e o número total de abelhas capturadas. Porém em dias com grande

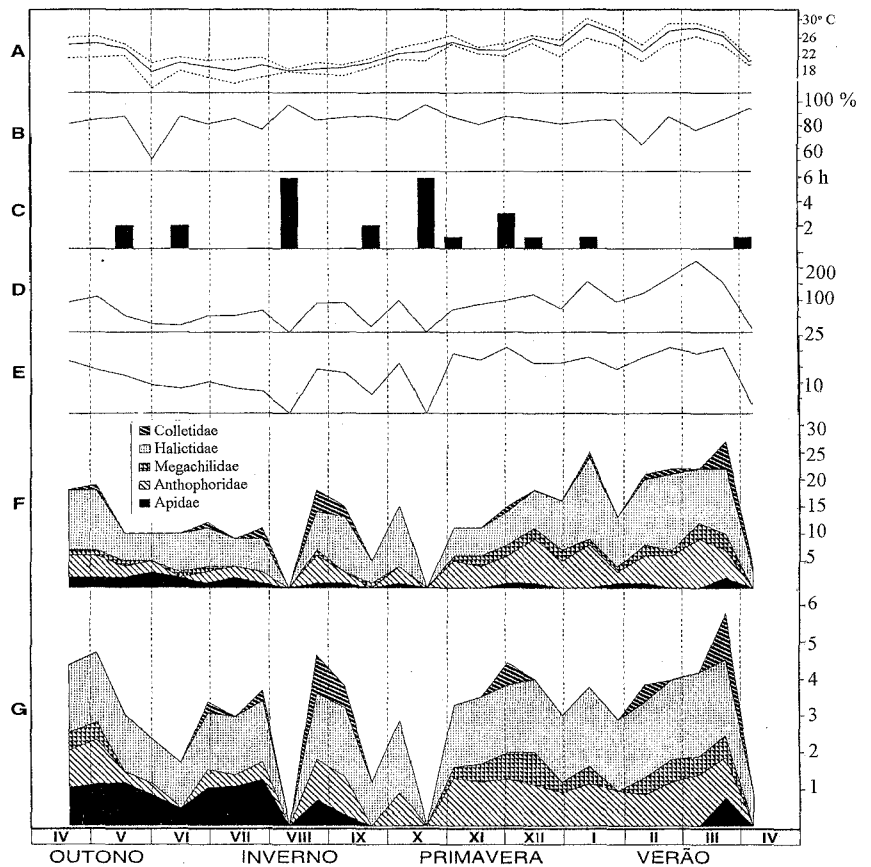


Fig. 15. Fenologia das famílias de abelhas na Ilha das Cobras (período: 20/IV/1986 - 05/IV/1987). A e B. Respectivamente, temperatura média e umidade relativa média dos dias de coleta (tomadas entre 7:30 às 17:30 hs). C. Número de horas de coleta com ocorrência de chuva ou chuveiro. D. Número de exemplares de abelhas silvestres coletados E. Número de espécies de plantas visitadas por abelhas. F. Número de espécies de abelhas coletadas G. Logarítmo do número de indivíduos.

pluviosidade o número de abelhas capturadas foi extremamente reduzido, independentemente da temperatura. Em 2 coletas, nos meses de julho e outubro, não foi capturada nenhuma espécie de abelha pois choveu durante todas as horas de coleta (Fig. 15, gráfico C). A ocorrência de chuva ou mesmo garoa, parece limitar drasticamente a atividade das abelhas. Tal fato é evidenciado em vários estudos que abordaram a fenologia de abelhas (SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967; CURE, 1983; ORTH, 1983; ORTOLAN, 1989 e BORTOLI & LAROCA, 1990).

Um fato interessante observado durante as coletas na Ilha das Cobras foi a rápida redução no número de abelhas visitando flores no período imediatamente anterior às chuvas fortes de verão.

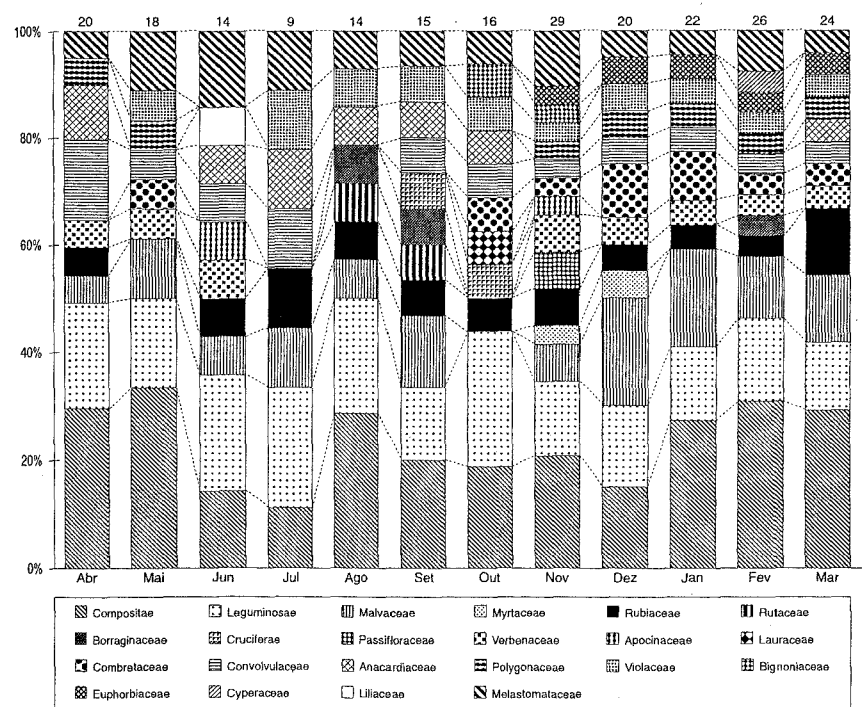


Fig. 16. Flutuação da abundância relativa das espécies de plantas visitadas por abelhas, na Ilha das Cobras, durante o período de coleta (1986/87). Acima dos histogramas, o número total de espécies visitadas.

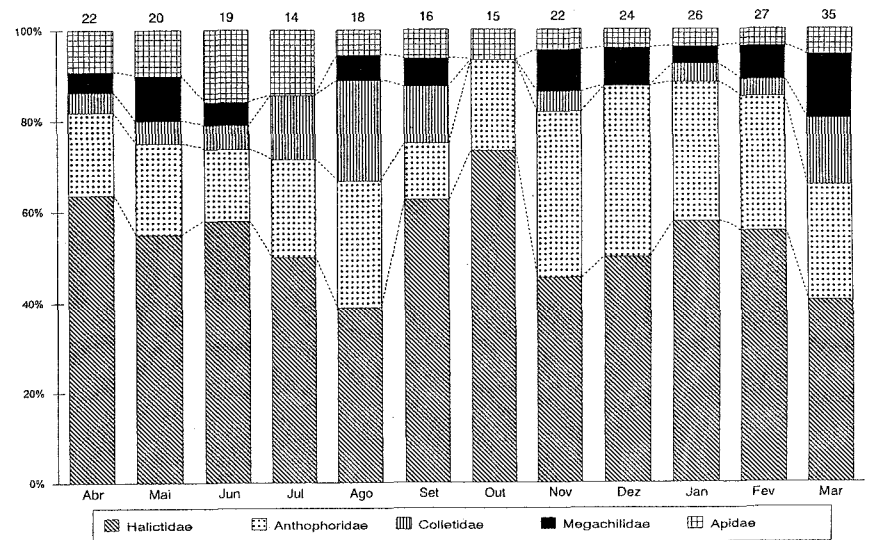


Fig. 17. Flutuação da abundância relativa de espécies por famílias de abelhas na Ilha das Cobras, durante o período de coleta (1986/87). Acima dos histogramas, o número total de espécies coletadas.

Na Figura 15 (gráfico D e E), observa-se uma grande correlação entre o número de abelhas capturadas e o número de espécies de plantas visitadas. Observa-se também que a flutuação no número de espécies de abelhas, representada na Figura 15 (gráfico F), segue basicamente o mesmo padrão que a flutuação no número de indivíduos (Fig. 15, gráfico G), apesar desta última apresentar picos de abundância mais evidentes.

As famílias de plantas visitadas por abelhas na Ilha das Cobras apresentaram uma grande flutuação na abundância relativa de espécies entre os meses de coleta (Fig. 16). Com exceção das famílias mais ricas em número de espécies, tal como Compositae, Leguminosae e Melastomataceae, a maior parte das famílias possuem espécies que só florescem em certas épocas do ano. Entre essas, destacam-se as Liliaceae, Passifloraceae e Cyperaceae, com apenas um mês de florescimento e Apocinaceae, Cruciferae, Myrtaceae e Rutaceae com dois meses.

O número de espécies de plantas visitadas variou

significativamente entre os meses de coleta. O mês de julho apresentou menos de um terço das espécies visitadas em novembro. Essa diferença pode ser atribuída aos ciclos estacionais presentes na maior parte das angiospermas: muitas espécies desse grupo ficam em dormência durante os meses mais frios, aguardando o início da primavera para iniciar a floração.

Em contraposição ao padrão fenológico das plantas melitófilas, observa-se que entre as abelhas, com exceção das famílias Colletidae e Megachilidae, ausentes em alguns meses de coleta, a flutuação da abundância relativa de espécies por famílias de abelhas, manteve-se relativamente estável ao longo dos meses de coleta (Fig. 17). Em todos os meses, a família com maior número de espécies foi Halictidae, cujo pico de abundância relativa ocorreu em outubro, mês onde não foram coletadas espécies de Colletidae e Megachilidae.

Os Anthophoridae foram mais abundantes entre os meses de novembro a fevereiro, porém as flutuações na abundância relativa de espécies nesta família foram as menores entre todos os grupos, o que concorda com a hipótese discutida no item 3.2.5.

3.3.2 CICLO ANUAL E SUCESSÃO MENSAL DAS ESPÉCIES DE ABELHAS E PLANTAS VISITADAS

Na Ilha das Cobras, grande parte das espécies de plantas visitadas por abelhas segue um ciclo anual típico, onde após um longo período sem flores, inicia-se a floração (Tabela 19). Apenas uma espécie, *Centraterum punctatum*, teve abelhas coletadas durante todos os meses do período amostral. Em outras espécies, tais como: *Malvaviscus arboreus*, *Ipomoea cairica*, *Crotalaria mucronata*, *Sophora tomentosa*, *Tibouchina clavata* e *Borreria verticillata*, houve a interrupção da florada durante somente um a três meses. A visitação de abelhas nestas espécies foi intensa, correspondendo a 48,7% do total de visitas. Em contrapartida, das 63 espécies de plantas visitadas, 35 (55,6%) tiveram floração restrita a apenas um ou dois meses consecutivos (sem interrupção); nestas, o número de abelhas coletadas foi extremamente baixo, apenas 8,3% do total. De todas as espécies, apenas duas com tendências claramente sazonais, *Croton glandulosus* e *Enhydra sessilis* tiveram

visitação intensa, respectivamente 141 e 88 abelhas coletadas. Isso indica que a grande maioria das abelhas visitou espécies com longos períodos de floração.

Na Tabela 19, observa-se o ciclo anual das espécies de abelhas coletadas na Ilha das Cobras. Tal como o observado entre as espécies de plantas, a grande maioria das espécies de abelhas apresentou ciclos anuais de atividade restritos a apenas alguns meses. Entre as espécies com atividade de vôo na maior parte do ano, apenas 4 foram coletadas durante todos os meses, *Dialictus opacus*, *Augochlora* (*Augochlora*) sp.1, *Pseudaugochloropsis graminea* e *Augochloropsis cupreola*. Em outras duas, a atividade foi interrompida por apenas um mês, *Augochlora amphitrite* e *Xylocopa brasilianorum*. É interessante notar que estas 6 espécies englobam a grande maioria dos indivíduos capturados, cerca de 73% do total, fato semelhante ao ocorrido entre as plantas. Das 58 espécies de abelhas da amostra, 25 (43,1%) foram coletadas no decorrer de 1 ou 2 meses consecutivos (sem interrupção). Nessas espécies, o número de indivíduos coletados foi bastante reduzido, 63 indivíduos ou 3% do total.

Em muitas espécies de abelhas e plantas visitadas não foi possível visualizar a existência de ciclos anuais. Tais espécies apresentaram mais de uma interrupção na sequência de coletas, impedindo a localização do início ou fim de cada ciclo (Tabelas 19 e 20).

As Tabelas 19 e 20 fornecem dados sobre a sucessão mensal das espécies de abelhas e plantas visitadas que são discutidos resumidamente a seguir.

Abril — As coletas desse mês corresponderam ao início e ao término das coletas na Ilha das Cobras. Foram realizadas respectivamente na terceira semana de abril de 1986 e na primeira semana de abril de 1987. Cerca de 51% das abelhas foram capturadas visitando *Malvaviscus arboreus* e *Antigonon leptotus*. Houveram 4 espécies de plantas visitadas exclusivamente nesse período, *Mikania* sp. 1, *Elephantopus mollis*, *Ipomoea* sp. 1 e *Zornia latifolia*. Entre as espécies mais coletadas estão *Dialictus opacus*, *Augochlora* (*Augochlora*) sp. 1 e *Bombus morio*. Uma espécie de abelha, *Dialictus* sp. foi exclusiva deste mês.

Tabela 20. Fenologia das espécies de abelhas silvestres na Ilha das Cobras. Os valores representam o número total de indivíduos coletados por mês.

Espécie de Abelha	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	TOTAL
<i>Dialictus (Chloralictus) opacus</i>	18	23	4	11	13	27	49	149	92	101	141	78	706
<i>Augochlora (Augochlora) sp.1</i>	23	26	15	16	7	16	12	9	2	27	24	95	272
<i>Pseudaugochloropsis graminea</i>	8	25	30	48	16	15	12	3	8	14	11	33	223
<i>Augochloropsis cupreola</i>	7	8	1	1	4	7	3	9	33	31	26	19	149
<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i>	6	12	7	2	4	7	4		8	5	10	35	100
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) brasilianorum</i>	6	12	3		5		3	29	3	10	8	12	100
<i>Augochlorella ephyra</i>	4	7		1	1	1	1	1	3	5	7	2	32
<i>Augochloropsis sp.1</i>	4	4		2		1	2	5		18	6	18	60
<i>Coenhalictus incertus</i>	1	1	4		13	12	2	2			1	3	39
<i>Augochlora michaelis</i>	3	1	2			1			1	2	3	2	15
<i>Centris (Crewella) sp.1</i>	2			2	1			1	1	3	2	4	16
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i>	10	26	17	29	5	2						1	90
<i>Megachille (Leptorachis) aethera</i>	3	3	2	1	1	1		8	7	4	6	3	34
<i>Hylaeus sp.1</i>	1									1		4	11
<i>Melitoma sp.</i>	1									2		2	8
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i>	1						4	2	3		2		12
<i>Dialictus (Chloralictus) sp.1</i>	1							1	2	1	1		6
<i>Plebeia droryana</i>	1							1				5	10
<i>Augochloropsis sp.5</i>	1							2	1		2		6
<i>Dialictus (Chloralictus) sp.3</i>	1												1
<i>Augochlora (Augochlora) caeruleior</i>		1	1	1	2		1		3	7	9	11	35
<i>Centris (Crewella) maculifrons</i>		1			1		1		1	4	7		16
<i>Augochloropsis sp.2</i>		1			2	3				2	1	3	11
<i>Hylaeus sp.2</i>		1		1	2						4	11	22
<i>Exomalopsis sp.1</i>		2	1	2	5								10
<i>Centris (Crewella) sp.2</i>		2				2						2	6
<i>Coelioxys sp.2</i>		1											1
<i>Megachille (Austroromegachille) sp.1</i>			2		1	1						1	5

Espécie de Abelha	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MAR	TOTAL
<i>Liotaema (Alpeulaema) nigrita</i>			1				1		1				3
<i>Augochloropsis</i> sp. 4			1				1						2
<i>Euglossa cyanozoma</i>			3	1								1	4
<i>Dialictus (Chloralictus) sp. 2</i>			1										2
<i>Temnosoma</i> sp.			1									1	1
<i>Hylaenus</i> sp. 3					7								8
<i>Hylaenus</i> sp. 4					1								1
<i>Exomalopsis</i> sp. 2					1					5		3	19
<i>Sphécodes</i> sp.								1	1		9		11
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>								2	3		1	1	7
<i>Coeloxys</i> sp. 1								7	2	1			10
<i>Epicharis (Anepicharis) dejeani</i>								5	2	1			8
<i>Thygater (Thygater) analis</i>								9	5				14
<i>Centris (Melanocentris) dorsata</i>								4					4
<i>Colletes petropolitani</i>									2			3	5
<i>Centris (Centris) Flavifrons</i>										1	2	3	6
<i>Thectochlora alaris</i>										1	1		2
<i>Leptodus</i> sp.										1	1		2
<i>Euplusia hatchbachii</i>										1	1		2
<i>Nomada</i> sp.										1			1
<i>Augochloropsis</i> sp. 3										1			1
<i>Dialictus (Chloralictus) sp. 4</i>											1	1	2
<i>Mesoplia rufipes</i>											1		1
<i>Centris</i> sp. 1											1		1
<i>Centris (Heterocentris) analis</i>												4	4
<i>Hypanthidium flavomarginatum</i>												1	1
<i>Megachille (Pseudocentron) nudiventris</i>												1	1
<i>Exomalopsis</i> sp. 3												1	1
<i>Hylaenus</i> sp. 5												1	1
<i>Hylaenus</i> sp. 6												1	1
TOTAL	102	160	97	118	89	107	97	252	187	250	288	374	2121

Maio — Nesse período, *Malvaviscus arboreus* teve seu pico de visitação, tendo sido visitado por mais da metade das abelhas capturadas. Houveram duas espécies de plantas exclusivas desse período; *Mikania micrantha* e *Acanthospermum australe* e uma espécie de abelha; *Coelioxys* sp.2. Entre as espécies de abelhas mais abundantes em maio destacam-se: *Dialictus opacus*, *Augochlora* (*Augochlora*) sp.1, *Pseudaugochloropsis graminea* e *Bombus morio*.

Junho — Neste mês, houveram 3 dias de coletas. Apesar disso, devido à ocorrência de garoa em uma das coletas e temperaturas relativamente baixas em todas as coletas (Fig. 15), houve uma diminuição drástica no número de abelhas coletadas em relação aos meses anteriores. *Malvaviscus arboreus* continuou a ser a planta mais visitada. As espécies de abelhas mais abundantes foram *Pseudaugochloropsis graminea* e *Bombus morio*. Três das espécies de abelhas mais coletadas no decorrer do ano, tiveram uma grande diminuição de abundância; *Augochloropsis cupreola*, *Xylocopa brasilianorum* e *Dialictus opacus*. Esta última, que por sinal foi a espécie mais populosa durante as coletas, teve neste mês sua abundância mínima. Uma espécie de planta, *Cordyline terminalis* e uma espécie de abelha, *Temnosoma* sp. foram exclusivas nesse mês.

Julho — Apesar de ser o mês mais frio do ano (Fig. 2), nesse mês, graças à não ocorrência de chuvas durante as coletas, o número de abelhas coletadas foi maior do que no mês anterior. As plantas mais visitadas foram: *Crotalaria mucronata*, que teve o seu ápice de visitação nesse mês e *Malvaviscus arboreus*. Entre as abelhas mais coletadas estão novamente *Pseudaugochloropsis graminea* e *Bombus morio*.

Agosto — Na primeira coleta de agosto, não foi possível capturar nenhuma abelha, pois choveu o dia todo. Por isso, esse mês apresentou o menor número de abelhas coletadas. *Centraterum punctatum*, a única planta visitada em todos os meses de coleta e *Baccharis erioclada*, visitada exclusivamente neste período, foram as plantas mais visitadas. As abelhas mais coletadas foram: *Pseudaugochloropsis graminea*, *Dialictus opacus* e *Caenohalictus incertus*. Duas espécies de abelhas; *Hylaeus* sp.4 e *Exomalopsis* sp.2 foram exclusivas deste mês.

Setembro — As espécies de plantas mais visitadas neste período foram: *Centraterum punctatum*, *Malvaviscus arboreus* e *Citrus medica*. Uma das plantas mais visitadas durante a maior parte do ano, *Ipomoea cairica*, teve seu período mais pobre de visitaçaõ. *Dialictus opacus*, *Augochlora* sp.1 e *Pseudaugochloropsis graminea* foram as espécies de abelhas mais abundantes.

Outubro — Novamente nesse mês, em um dos dias de coleta, a chuva forte fez com que nenhuma abelha fosse capturada, reduzindo drasticamente o número total de abelhas coletadas durante o mês. *Ipomoea cairica* e *Borreria verticillata* foram as espécies de plantas mais visitadas. Entre as espécies de abelhas mais coletadas destacam-se as mesmas do mês anterior; *Dialictus opacus*, *Augochlora* sp.1 e *Pseudaugochloropsis graminea*.

Novembro — Três fatores contribuíram para que o número de abelhas coletadas no período aumentasse drasticamente em relação aos meses anteriores: houveram 3 dias de coleta, aumentando assim o número efetivo de horas de coleta, houve maior número de espécies de plantas visitadas, sendo que destas, 7 foram exclusivas deste mês e o pico anual de abundância de *Dialictus opacus* com 149 indivíduos, cerca de 59% das abelhas coletadas no mês. Este foi inclusive o maior pico de abundância mensal entre todas as espécies. Outra espécie que também teve seu pico anual no período foi *Xylocopa brasiliatorum*. Houve também, uma espécie de abelha exclusiva do período, *Colletes petropolitanus*. Entre as espécies de plantas, as mais visitadas foram, *Sophora tomentosa*, *Terminalia catappa* e *Borreria verticillata*, que tiveram no período, seu pico máximo de visitaçaõ.

Dezembro — As espécies de plantas mais visitadas foram: *Borreria verticillata* e *Enhydra sessilis*. Houve também uma grande quantidade de abelhas coletadas em vôo, a maior parte (88,2%) constituída por machos capturados sobrevoando arbustos, provavelmente em vôos de acasalamento. Grande parte desses machos (76,7%) pertencia a *Augochloropsis cupreola*, o que explica a grande abundância dessa espécie no mês. A espécie de abelha mais abundante no entanto foi novamente *Dialictus opacus*.

Janeiro — Esse mês foi muito rico em abelhas, comparando-se à novembro. Das espécies de plantas mais visitadas no período destacam-se: *Malvaviscus arboreus*, *Ipomoea cairica*, *Antigonon leptotus*, *Hybanthus* sp.1, *Croton glandulosus* e *Enhydra sessilis*. As espécies de abelhas mais abundantes foram: *Dialictus opacus*, *Augochloropsis cupreola*, *Augochlora* sp.1 e *Augochloropsis* sp.1. Houveram também, três espécies de abelhas exclusivas do período: *Nomada* sp., *Augochloropsis* sp.1 e *Dialictus* sp.4.

Fevereiro — Esse mês foi ainda mais rico em abelhas que o mês anterior. Duas espécies: *Ipomoea cairica* e *Croton glandulosus* tiveram nesse período o seu pico de visitação. Outras espécies muito visitadas foram: *Sophora tomentosa*, *Antigonon leptotus*, *Hybanthus* sp.1, *Borreria verticillata* e *Enhydra sessilis*. Houveram também 4 espécies de plantas visitadas exclusivamente neste mês: *Tibouchina multiceps*, *Porophyllum ruderales*, *Carex* sp.1 e *Desmodium incanum*, porém todas extremamente pobres em abelhas. Entre as espécies de abelhas mais abundantes em fevereiro destacam-se novamente: *Dialictus opacus*, *Augochloropsis cupreola* e *Augochlora* sp.1. A única espécie de abelha exclusiva do período foi *Centris* sp.1.

Março — Foi o mês com maior abundância de abelhas, tanto em número de espécies como em número de indivíduos capturados. Esta riqueza deve-se principalmente às excelentes condições meteorológicas durante os dias de coleta, tais como a ausência de chuvas, temperaturas altas e umidades relativas baixas (Fig. 15). Entre as espécies de plantas mais visitadas, estão três que tiveram neste mês o seu pico de visitação: *Antigonon leptotus*, *Schinus terebinthifolius* e *Vigna luteola*. Outras plantas também muito visitadas foram: *Malvaviscus arboreus*, *Crotalaria mucronata* e *Croton glandulosus*. Também tiveram seu pico de abundância neste período três espécies de abelhas: *Augochlora* sp.1, *Augochlora amphitrite* e *Augochlora caerulior*. Além dessas, outras espécies muito abundantes foram: *Dialictus opacus*, *Pseudaugochloropsis graminea*, *Augochloropsis cupreola* e *Augochloropsis* sp.1. Uma peculiaridade desse mês, foi a ocorrência de 6 espécies de abelhas que ainda não tinham sido capturadas. Entre estas, 5 apresentaram apenas 1 indivíduo (*Hypanthidium flavomarginatum*, *Megachile*

nudiventris, *Exomalopsis* sp.3, *Hylaeus* sp.5 e *Hylaeus* sp.6), o que pode indicar que tais espécies são muito sazonais e que sob condições meteorológicas adversas no dia de coleta, poderiam ter sido simplesmente eliminadas da amostra. Dentro desta linha de raciocínio, é possível que nos meses onde ocorreram condições meteorológicas adversas, algumas das espécies com ocorrência restrita àqueles períodos podem ter sido omitidas da amostra.

3.3.3 CICLO DIÁRIO DE ATIVIDADE DAS ABELHAS

A atividade diária das abelhas segue um ciclo bastante regular. Este é decorrente principalmente das variações cíclicas diárias de inúmeros fatores físicos, como temperatura, umidade relativa, luminosidade entre outros. FRISCH (1967), revisando vários estudos realizados com *Apis mellifera*, sugere a existência de um "relógio biológico" na espécie. É provável que as abelhas silvestres também sejam largamente influenciadas por ritmos biológicos, no entanto é difícil determiná-los neste tipo de estudo.

Alguns fatores físicos têm sido amplamente relacionados à atividade de vôo das abelhas (MICHENER & RETTENMEYER, 1956; LINSLEY, 1958; SAKAGAMI, LAROCA & MOURE, 1967; LINSLEY, 1978; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 1985), no entanto pouco se tem estudado sobre a influência desses fatores na atividade cíclica diária das abelhas. Possivelmente, o metabolismo das plantas melitófilas também exerce influência indireta sobre a intensidade de vôo das abelhas ao longo das horas do dia. Isso pôde ser observado muitas vezes durante as coletas. Algumas plantas como *Ipomoea cairica* fechavam a maioria de suas flores à partir das 13:00 horas. Outras, principalmente as Compositae, forneciam néctar apenas nas horas mais quentes do dia.

A Figura 18 resume a flutuação da atividade diária das abelhas na Ilha das Cobras. Observa-se que o número de indivíduos coletados das 7:00 às 8:00 e das 16:00 às 17:00 horas é extremamente baixo. Isso é decorrente possivelmente da alta umidade relativa e baixa temperatura das primeiras horas do dia, o que certamente dificulta o vôo das abelhas, e de uma provável diminuição ou esgotamento no fornecimento de néctar e pólen pelas flores no final do dia.

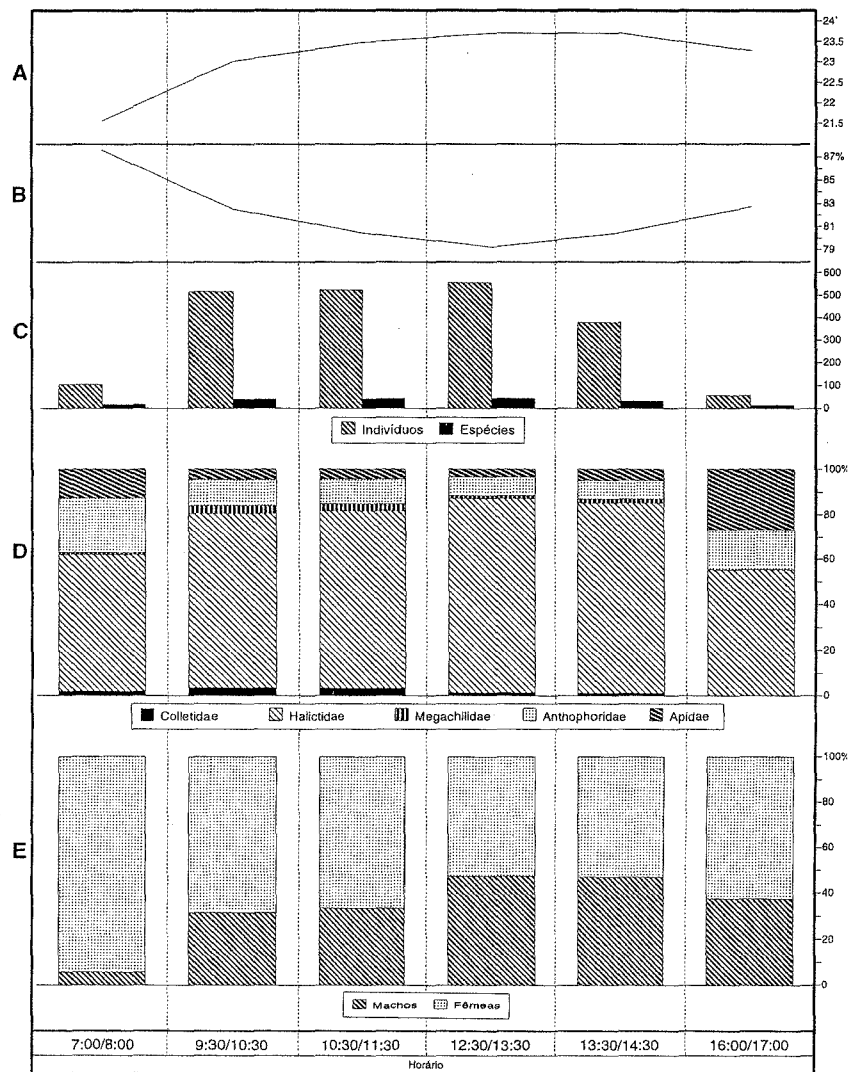


Fig. 18. Ciclo diário de atividade das abelhas na Ilha das Cobras. A e B. Respectivamente, temperatura média e umidade relativa média de cada hora de coleta (médias de todos os dias de coleta). C. Número de indivíduos capturados e número de espécies de abelhas por período de coleta. D. Abundância relativa do número de abelhas coletadas por família em cada hora de coleta. E. Relação entre o número de machos e fêmeas coletados por hora de coleta.

A partir das 9:30 até às 13:30 houve um aumento progressivo muito suave no número de abelhas coletadas. É difícil explicar a pouca variação entre essas três horas de coleta, já que a temperatura e a umidade relativa variaram sensivelmente nesse período. É possível entretanto, que enquanto algumas espécies de abelhas aumentam gradativamente sua atividade de coleta acompanhando o aumento de temperatura e diminuição da umidade, outras façam justamente o contrário, compensando e “mascarando” possíveis tendências.

Um dado interessante é a súbita diminuição do número de indivíduos entre as 13:30 e 14:30 horas, a despeito da manutenção da temperatura. Uma possível explicação seria a diminuição na disponibilidade de néctar e pólen pelas flores. Esta explicação vai de encontro com as observações de campo que evidenciam a baixa atratividade de certas plantas nesse período do dia.

Analisando a flutuação da abundância relativa (%) de indivíduos entre as famílias ao longo do dia, observa-se uma maior representação de Apidae e Anthophoridae nas horas mais frescas do dia. Tal resultado relaciona-se possivelmente ao fato de que, nestas famílias, a maioria dos indivíduos coletados na Ilha das Cobras pertencem à espécie com coloração escura e porte relativamente grande (*Bombus* e *Xylocopa*), que segundo LINSLEY (1978), têm geralmente capacidade de voar desde as primeiras horas do dia, quando a temperatura é ainda muito baixa para a atividade das espécies menores (Halictidae e Colletidae).

Na Figura 18, compara-se a flutuação das razões sexuais nas diferentes horas de coleta. Observa-se uma estreita relação entre a temperatura do ar e a abundância de machos. A abundância maior de machos durante as horas mais quentes do dia, está possivelmente relacionada aos vôos de acasalamento, que devem ocorrer somente sob boas condições climáticas.

4 CONCLUSÕES *

As comparações entre as amostras da Ilha das Cobras, Ilha do Mel e Alexandra (no continente), apresentam fortes evidências de que a insularidade é um fator preponderante na diferenciação faunística das amostras. Esta interpretação, entretanto, deve ser cuidadosa, pois paisagisticamente as três amostras não são idênticas. A composição da flora melitófila, por exemplo, é razoavelmente distinta entre os três locais amostrados, apresentando cada um destes, muitas espécies exclusivas, o que por si só pode ter influenciado na diferenciação faunística. A ocorrência do gênero *Hylaeus* somente nas ilhas, por exemplo, está possivelmente relacionada à presença nestas de *Schinus terebinthifolius*, espécie ausente da área de coleta de Alexandra. É necessário porém, ponderar que grande parte das espécies de abelhas coletadas mostraram-se generalistas quanto à visitação às flores, ou seja, a composição da flora melitófila não deve corresponder necessariamente à composição faunística.

As floras melitófilas das ilhas apresentam-se mais alteradas antropicamente do que a flora melitófila de Alexandra. Em virtude disso, muitas das espécies de plantas abundantemente visitadas nas ilhas são espécies ornamentais, frutíferas ou ruderais. A maioria destas espécies foram comuns às duas ilhas não ocorrendo no continente, caracterizando uma certa "similaridade" florística entre a Ilha das Cobras e a Ilha do Mel.

Um dos primeiros efeitos decorrentes da insularidade nas amostras da Ilha do Mel e Ilha das Cobras, foi a diminuição nestes locais, do número total de espécies de abelhas silvestres. Esta diminuição possivelmente está relacionada com a maior probabilidade de extinção de espécies em ambientes insulares e a dificuldade destas espécies em recolonizarem tais ambientes. Tal hipótese é compatível com os dados analisados, pois a Ilha das Cobras — que possui a menor área, definindo portanto o maior grau de insularidade — apresentou apenas 57 espécies de abelhas silvestres, enquanto a Ilha do Mel e o continente apresentaram respectivamente 75 e 122 espécies. A extinção preferencial de espécies nas ilhas pode ser melhor evidenciada comparando-se a proporção de espécies exclusivas do continente (cerca de 56%), com as exclusivas da Ilha do Mel (28%) e da Ilha das Cobras (21%). Assim, é provável que a maioria das espécies exclusivas do continente tenha sido extinta nas ilhas. É provável também, que o grau de extinção tenha sido maior entre as espécies com pequena densidade populacional (espécies raras), pois enquanto no continente, 68,9% dos indivíduos coletados pertencem à espécies raras, na Ilha do

Mel e na Ilha das Cobras esta proporção diminuí para respectivamente 60% e 43,9%.

Dentre os vários grupos de abelhas, a extinção de espécies foi mais acentuada entre os Megachilidae e os Meliponinae. A família Megachilidae, ricamente representada no continente, teve nas ilhas uma drástica redução no número de espécies. Este fato pode estar relacionado às baixas densidades populacionais encontradas na maioria das espécies do grupo, o que teoricamente aumenta suas probabilidades de extinção. Entre os Meliponinae, a redução no número de espécies nas ilhas pode estar relacionada em parte, à dificuldade destas em colonizar ou recolonizar áreas isoladas por barreiras geográficas relativamente pequenas, pois durante o processo de divisão das colônias há por um certo tempo um fluxo constante de operárias entre a colônia-mãe e a colônia-filha. Outro fator que possivelmente deve restringir a riqueza de Meliponinae nas ilhas, relaciona-se com a dificuldade na manutenção do equilíbrio gênico de suas populações. Este equilíbrio só é possível com um mínimo de 40 colônias. Tal hipótese explica a presença de apenas três espécies de Meliponinae na Ilha do Mel, pois todas elas são de pequeno porte e possuem colônias pouco populosas, não demandando portanto grandes recursos tróficos e podendo consequentemente manter na área da ilha, muitas colônias ativas. Na Ilha das Cobras, cuja pequena área teoricamente não comporta muitas colônias, a única espécie de Meliponinae existente foi possivelmente introduzida na época em que a ilha estava intensamente habitada e deve estar em processo de extinção, pois foram capturados poucos indivíduos.

Ao contrário da diminuição do número de espécies de abelhas nas ilhas, o número de indivíduos capturados por hora de coleta foi muito semelhante entre as três amostras. Consequentemente, muitas das espécies remanescentes nas ilhas apresentaram maior densidade populacional. Este fenômeno, que é conhecido como "compensação de densidade", foi verificado principalmente entre as espécies de Halictidae e Megachilidae. A extinção da maioria das espécies de Meliponinae nas ilhas, provavelmente favoreceu nestes locais, o aumento da densidade populacional de muitas espécies de Halictidae. Entre estas, destaca-se *Dialictus opacus*, cuja densidade populacional na Ilha do Mel foi 226,25 vezes maior que no continente e na Ilha das Cobras, 167,25 vezes. Esta e várias outras espécies da família Halictidae, são provavelmente competidoras potenciais dos Meliponinae, cuja presença no continente possivelmente mantém suas populações com reduzida densidade.

A família Anthophoridae, manteve praticamente a mesma

representatividade entre as três amostras, tanto na abundância relativa de espécies por família, quanto de indivíduos por família. Tal resultado, provavelmente está relacionado à diversidade de padrões bionômicos e morfológicos entre as várias espécies do grupo. Esta diversidade, possivelmente diminui a probabilidade de haver extinção preferencial do grupo como um todo.

A similaridade faunística entre a Ilha das Cobras e a Ilha do Mel, calculada pelo índice de MORISITA (1959), é muito maior do que entre estas e o continente (Alexandra). Além disso, o índice de similaridade entre o continente e cada uma das ilhas é praticamente igual, indicando que a insularidade — apesar de ser maior na Ilha das Cobras — possivelmente tenha agido de forma semelhante na diferenciação faunística das duas ilhas em relação ao continente.

Das curvas obtidas a partir do método de PRESTON (1948), a única que apresentou moda foi a da Ilha das Cobras, indicando a grosso modo, que em tal amostra houve menor proporção de espécies não coletadas. Este resultado está teoricamente relacionado com a pequena área da ilha, cujas coletas cobriram cerca de 20% de sua área total, aumentando consequentemente a representatividade da amostra. O truncamento das curvas à direita da moda na Ilha do Mel e em Alexandra, indica que provavelmente muitas espécies não foram coletadas. É possível que em tais áreas, muitas das espécies não coletadas estejam visitando exclusivamente as plantas de porte arbóreo, que no presente estudo não foram amostradas. Amostragens em locais com vegetação aberta, onde o número de plantas com porte arbustivo é reduzido, geralmente apresentam as curvas de Preston truncadas à esquerda da moda, o que concorda com essa hipótese.

As razões sexuais variaram significativamente entre os três locais de coleta. Enquanto na Ilha das Cobras, quase 40% da amostra é constituída por machos, na Ilha do Mel e no continente, esta proporção diminui para aproximadamente 27% e 26%. Esta diferença decorre do fato de que os machos da maioria das espécies de Halictidae — família muito abundante em indivíduos na Ilha das Cobras — normalmente visitam flores em busca de alimentos para a própria subsistência, sendo assim facilmente coletados, o que não ocorre em grupos eussociais, onde os machos, naturalmente mais raros, são alimentados nas colônias.

A fenologia das abelhas silvestres na Ilha das Cobras apresentou padrões semelhantes aos das comunidades de regiões tropicais, pois a carência ou mesmo ausência de espécies e indivíduos durante algumas coletas, possivelmente está mais relacionada às características

meteorológicas dos dias de amostragem, do que propriamente a ciclos sazonais de atividade. Os dias de coleta com ocorrência de chuvas, garoas ou temperaturas baixas, por exemplo, tiveram uma diminuição significativa no número de indivíduos capturados. Por outro lado, as amostragens mais proveitosas foram entre os meses de fevereiro e março, em cujas coletas não houveram chuvas e as temperaturas se mantiveram altas. Entre as espécies de abelhas com poucos indivíduos coletados, algumas só ocorreram em certos meses do ano. Este fato entretanto, não indica obrigatoriamente que estas espécies apresentem ciclos anuais definidos, pois devido à sua raridade, a probabilidade de captura destas durante todas as épocas do ano é baixa. Ao contrário da fenologia das abelhas, na Ilha das Cobras a maior parte das espécies de plantas seguiu ciclos anuais bem definidos, florescendo somente durante certos períodos do ano, ou mesmo durante alguns dias. Entre as espécies de plantas cujo ciclo não foi claramente sazonal, ocorrendo visitação em quase todos os meses do ano, destacam-se: *Centratherum punctatum*, *Malvaviscus arboreus* e *Ipomoea cairica*.

A observação do ciclo diário de atividade das abelhas na Ilha das Cobras demonstrou que a maior atividade de vôo ocorreu entre 9:30 e 13:30 horas. Curiosamente, entre 13:30 e 14:30 horas, esta diminuiu significativamente, apesar da temperatura média ter permanecido constante neste período. Isto indica que, além da temperatura, outros fatores como a umidade relativa e o metabolismo das plantas melitófilas possam estar influenciando direta ou indiretamente na atividade de vôo das abelhas. A flutuação da atividade de vôo entre as horas de coleta foi mais acentuada entre os Halictidae, coletados mais intensamente durante as horas mais quentes do dia. Já entre as espécies de grande porte e de coloração escura, como por exemplo, *Bombus morio* e *Xylocopa brasiliatorum*, esta flutuação foi menos evidente. A proporção entre machos e fêmeas entre as horas de coleta, coincidiu com a variação da temperatura, isto provavelmente porque na maioria das espécies de abelhas, a atividade de vôo dos machos se dá nas horas mais quentes do dia, quando geralmente ocorrem os acasalamentos.

Na Ilha das Cobras, a pequena abundância de espécies e indivíduos coletados na primeira (das 7:00 às 8:00 horas) e na sexta hora de coleta (das 16:00 às 17:00 horas), bem como a ocorrência de apenas uma espécie exclusivamente na primeira hora (*Euplusia hatchbachii*), indica que, para estudos estritamente faunísticos, a amostragem nestes horários pode ser dispensável. Levantamentos em ilhas do litoral sul brasileiro e no continente podem contribuir para a compreensão dos aspectos biogeográficos de abelhas em ambientes insulares.

AGRADECIMENTOS — Agradecemos em especial a F. C. V. Zanella, que participou das coletas na Ilha das Cobras; assim como a J. S. Moure, D. Urban e M. C. de Almeida, pelo auxílio na identificação de abelhas; a G. Hatchbach e S. Menezes, pela identificação da maioria das plantas; à H. M. Taura, pelas sugestões; à Sílvia Zamith Schwartz (a quem DLSF dedica este trabalho), pelas críticas, sugestões e pelo apoio ao autor sênior; à CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado ao autor sênior e ao ITCF (Paraná), pelos mapas das áreas de coleta. As coletas na Ilha das Cobras tiveram a colaboração do CONCITEC (Paraná), que financiou parte das despesas com transporte e material e da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, que forneceu o apoio logístico. Estendemos também os agradecimentos ao CNPq (Brasília) pela bolsa a S. L. (Proc. CNPq. 300178/88-3).

RESUMO

A comunidade de abelhas silvestres da Ilha das Cobras (26,5 ha) (Paraná, Brasil) foi estudada quanto à composição faunística, abundância relativa, diversidade e visitação às flores. Os dados foram comparados aos da *Ilha do Mel* (2762 ha — i.e., 104 vezes maior que a primeira) e *Alexandra* (continente). Nestas áreas, foram capturados, ao todo, 5876 indivíduos de 164 espécies de abelhas. A amostra do continente apresentou 122 espécies, das quais 56% foram exclusivas deste local. Já nas amostras das ilhas, houve uma redução no número de espécies, respectivamente 75 na *Ilha do Mel* (28% exclusivas) e 57 na *Ilha das Cobras* (21% exclusivas). O que evidencia que, nas ilhas, foram extintas várias das espécies encontradas no continente. A extinção da maioria das espécies de Meliponinae nas ilhas, provavelmente contribuiu para que, nestas, houvesse um crescimento nas populações de várias espécies de Halictidae, entre as quais *Dialictus opacus* que, na *Ilha do Mel*, representou 42,5% da amostra e na *Ilha das Cobras* 34,1%. Estes dados podem indicar que tais grupos são competidores potenciais. As abelhas foram capturadas em flores de 150 espécies de plantas. Compositae foi a família mais visitada nas três amostras como um todo (cerca de 20% das visitas). Outras famílias frequentemente visitadas foram Rubiaceae (a mais visitada na *Ilha do Mel*), Leguminosae, Melastomataceae, Verbenaceae e Malvaceae (a mais visitada na *Ilha das Cobras*). Na *Ilha das Cobras* a flutuação de atividades é similar aos padrões frequentemente observados em comunidades tropicais de abelhas silvestres. A maioria das quedas bruscas de atividade parece estar mais correlacionada com condições de tempo adversas (chuva) reinantes durante as coletas do que com tendências sazonais. A intensidade da atividade de vôo ao longo de cada dia parece estar relacionada com a temperatura e a disponibilidade de recursos florais. São também discutidos, sucintamente, aspectos relacionados com a biogeografia de ilhas (isolamento, colonização, migração, diversidade, similaridade, compensação de densidade, competição e genética de populações).

PALAVRAS CHAVE: Apoidea, biogeografia de ilhas, ecologia de comunidades.

SUMMARY

Relative abundance, diversity and flower visits of wild bees at a small island in littoral of Paraná state — southern Brazil (Ilha das Cobras/26.5 ha) were studied. The informations were compared with data from two other sites in the same region: Ilha do Mel (island with 2762 ha) and Alexandra (continent). The standardized sampling techniques (SAKAGAMI, LAROCA & MOURE,

1967) allow discussions about some biogeographic aspects of the wild bees communities in insular environments. At the three sites 5876 individuals belonging to 164 species were collected. The continental sample was the richest in species (122), most of them (56%) exclusive from this place. In both islands the total number of bee species is smaller: 75 in Ilha do Mel (28% exclusive) and 57 in Ilha das Cobras (21% exclusive). In the islands, species richness of Halictidae — mainly *Dialictus* (*Chloralictus*) *opacus* (Moure) — probably is related to extinction of the most Meliponinae species, which indicates potential competition between these groups. About 95% of bees were collected visiting 150 flower species. Compositae was the most visited family at the three areas, followed by Rubiaceae, Leguminosae, Melastomataceae, Verbenaceae and Malvaceae. The phenologic analysis of Ilha das Cobras data shows a fluctuation of activity similar to the patterns observed in tropical bee communities. The abrupt decreases in activity seem to be more correlated with the adverse wheather conditions (rain) than truely seasonal tendencies. The flight activity along each collecting day seems to be correlated with temperature and the disponibility of floral resources. Aspects of island biogeography such as immigration, diversity, density compensation, competition and population genetic problems are also discussed.

KEY WORDS: Apoidea, island biogeography, community ecology.

RÉSUMÉ

La relative abondance, la diversité des fleurs ainsi que le nombre des visites effectuées par les abeilles sauvages de la petite île du littoral de l'état du Paraná au sud du Brésil (*Ilha das Cobras*/25 ha) sont l'objet de cette étude. Les informations récoltées ont été comparées avec les données des deux autres biotopes de la même région: *Ilha do Mel* (île de 2 762 ha) et *Alexandra* (situé sur le continent). Les techniques de Sakagami et Laroca vont permettre des réflexions sur les comportements bio-géographiques des abeilles sauvages dans un environnement insulaire. 5876 individus appartenant à 164 espèces ont été rassemblés sur les trois lieux d'étude. L'échantillon continental présente la plus grande variété en nombre d'espèces (122) dont plus de la moitié (56%) est propre à ce lieu. Par contre dans les deux îles, le nombre d'espèces est plus réduit: 75 dans l'Ilha do Mel (dont 28% sont exclusivement originaires de cette île) et 57 dans l'Ilha das Cobras (21% sont originaires de l'île). Dans ces îles, la dominance de l'espèce Halictidae — composée principalement de *Dialictus* (*Chloralictus*) *opacus* (Moure) — est probablement reliée à l'extinction de les Meliponinae, ce qui semble indiquer une compétition potentielle entre ces deux groupes. Approximativement 95% des abeilles rassemblées ont visité 150 espèces différentes de fleurs. La famille des Compositae s'est avérée être la plus visitée par les abeilles sur les lieux d'étude, suivie par les familles Rubiaceae, Leguminosae, Melastomataceae, Verbenaceae et Malvaceae. L'analyse phénologique des données dans l'Ilha das Cobras montre une variation d'activité semblable à celle des individus observés dans les communautés d'abeilles des tropiques. La chute de l'activité pourrait être liée aux conditions

climatiques défavorables (pluie) et aux variantes saisonnières. L'activité de vol dans une journée de rassemblement semble dépendre de la température et de la richesse des ressources florales. Les aspects bio-géographiques de l'île (migrations, la diversité, la répartition de l'espace, la compétition, les problèmes de génétiques de populations) ont été étudiés aussi.

MOTS CLÉS: Apoidea, biogeographie des îles, l'écologie de communauté.

BIBLIOGRAFIA

- BEGO, L. R. 1989. Behavioral interactions among queens of the polygynic stingless bee *Melipona bicolor bicolor* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae). *Brazilian J. Med. Biol. Res.* 22: 587-596.
- BERRY, R. J. 1983. Diversity and differentiation: The importance of island biology for general theory. *Oikos* 41: 523-529.
- BIGARELLA, J. J. (Coord.) 1978. *A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná... Um Problema de Segurança Ambiental e Nacional (Contribuições à Geografia, Geologia e Ecologia Regional)*. Curitiba, ADEA. 249 p.
- BIGARELLA, J. J., D. DE ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 47 (suplemento): 411-464.
- BIGARELLA, J. J., P. L. MARQUES F.^o & A. N. AB' SÁBER 1961. Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva, S.C.). *Bol. Paran. Geogr.* 4/5: 82-93.
- BIGARELLA, J. J. & R. SALAMUNI 1961. Ocorrência de sedimentos continentais na região litorânea de Santa Catarina e sua significação paleoclimática. *Bol. Paran. Geogr.* 4/5: 179-187.
- BORTOLI, C. DE & S. LAROCA 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhás (PR, sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenía* 15: 1-122.
- BROWER, J. E. & J. H. ZAR 1984. *Field & Laboratory Methods for General Ecology*. Second ed. Wm. C. Brown Publishers. Debuque, Iowa. 167 p.
- BROWN, J. H. 1981. Two decades of homage to Santa Rosalia: Toward a general theory of diversity. *Amm. Zool.* 21: 877-888.
- CAMARGO, J. M. F. & M. MAZUCATO 1984. Inventário da apifauna e da flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Dusenía* 14 (2): 55-87.
- CUNHA, A. & W. E. KERR 1957. A genetical theory to explain sex-determination by arrhenotocous parthenogenesis. *Forma et Functio* 1 (4): 33-36.
- CURE, J. R. 1983. *Estudo Ecológico da Comunidade de Abelhas Silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Parque da Cidade, Comparado ao de Outras Áreas de Curitiba, Paraná*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 100 p.
- CURE, J. R. & S. LAROCA 1984. Programa FORTRAN para manipulação de dados em ecologia de comunidades animais. *Dusenía* 14 (4): 211-217.
- DADANT, R. H. 1948. The southern conference (the breeding program). *Am. B. Journ.* 88 (1): 31.

- FREE, J. B. & C. G. BUTLER 1959. *Bumblebees*. New Naturalist, Collins, London. 208 p.
- FRISCH, K. VON 1967. *The Dance Language and Orientation of Bees*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 566 p.
- GAUCH, H. G. & G. B. CHASE 1974. Fitting the gaussian curve to ecological data. *Ecology* 55: 1377-1381
- HEITHAUS, E. R. 1974. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 61: 675-691.
- HEITHAUS, E. R. 1979A. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. *Ecology* 60 (1): 190-202.
- HEITHAUS, E. R. 1979B. Flower visitation records and resource overlap of bees and wasps in northwest Costa Rica. *Brenesia* 16: 9-52.
- HEITHAUS, E. R. 1979C. Flower feeding specialization in wild bee and wasp communities in seasonal neotropical habitats. *Oecologia* 42: 179-194.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. 206 p.
- HUBBELL, S. P. & L. K. JOHNSON 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. *Ecology* 58: 949-963.
- IHERING, H. VON 1903 (1930). Biologia das abelhas melíferas do Brasil. (traduzido do original "Zoologische Jahrbücher", vol. XIX, 1903). *Bol. Agr. da Secr. Agr. do Est. São Paulo* 31 (5-8): 435-506, 649-714.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., A. KLEINERT-GIOVANNINI & J. P. PIRES 1985. Climate variations influence on the flight activity of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Rev. Brasil. Ent.* 29 (3/4): 427-434.
- KATO, M., T. MATSUDA & Z. YAMASHITA 1952. Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planting forms. *Sci. Rep. Tohoku Univ., IV (Biol.)* 19: 291-301.
- KERR, W. E. 1949. Algumas comparações entre a abelha européia (*Apis mellifera* L.) e as abelhas nativas brasileiras (Meliponini). *O Solo, Piracicaba, outubro*: 39-47
- KERR, W. E. 1951. Base para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular. *An. Esc. Sup. de Agric. L. de Queiroz* 8: 219-354.
- KERR, W. E. 1959. Bionomy of meliponids - IV - Aspects of food gathering and processing in some stingless bees. Food gathering in Hymenoptera. *Symp. Entomol. Soc. Amer.* Detroit Meeting, sponsored by Apicultural Subsection. 24-31.
- KERR, W. E. & M. G. ALMEIDA 1981. Estudo em genética de populações em abelhas (Apidae, Hymenoptera). 3: Carga genética em *Melipona scutellaris* Latreille, 1811. *Rev. Brasil. Biol.* 41 (1): 137-139.
- KERR, W. E. & V. MAULE 1964. Geographic distribution of stingless bees and its implications (Hymenoptera: Apidae). *J. of the New York Ent. Soc.* 72: 2-18.
- KERR, W. E. & R. VENCOVSHY 1982. Melhoramento genético em abelhas. I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. *Rev. Brasil. Genet.* 5 (2): 279-285.

- KLEIN, R. M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia* 36: 5-54.
- KREBS, J. K. 1978. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second ed. Harper & Row, Publishers Inc. New York. USA. 678 p.
- LAROCA, S. 1972. *Estudo Feno-ecológico em Apoidea do Litoral e Primeiro Planalto Paranaense*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 62 p.
- LAROCA, S. 1983. *Biocenotics of Wild Bees (Hymenoptera, Apoidea) at Three Neartic Sites, With Comparative Notes on Some Neotropical Assemblages*. Ph D. Thesis. Kansas University. USA. 194 p.
- LAROCA, S. & M. C. DE ALMEIDA. 1985. Adaptações dos palpos labiais de *Niltonia virgilii* (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) para a coleta de néctar em *Jacaranda puberula* (Bignoniaceae), com descrição do macho. *Revta brasil. Ent.* 29 (2): 289-297.
- LAROCA, S. & M. C. DE ALMEIDA. 1995. O relicto de cerrado de Jaguariaíva (Paraná, Brasil): I: padrões biogeográficos, melissocenoses e flora melissófila. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 23: 89- 122.
- LAROCA, S., J. R. CURE & C. DE BORTOLI 1982. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): Uma abordagem biocenótica. *Dusenía* 13 (3): 93-117.
- LAROCA, S., D. SCHWARTZ F.º & F. C. V. ZANELLA 1987. Ninho de *Austrorhynchus habilis* e notas sobre a diversidade de *Megachile* (Apoidea, Megachilidae) em biótopos neotropicais. *Acta Biol. Par.* 16 (1,2,3,4): 93-105.
- LINDAUER, M. & W. E. KERR 1960. Communication between the workers of stingless bees. *Bee World* 41 (2): 29-41, 65-71.
- LINSLEY, E. G. 1958. The ecology of solitary bees. *Hilgardia* 27: 543-599.
- LINSLEY, E. G. 1978. Temporal patterns of flower visitation by solitary bees, with particular reference to the southwestern United States. *Journ. of the Kansas Entomol. Soc.* 51 (4): 531-546.
- MAACK, R. 1968. *Geografia Física do Estado do Paraná*. Pap. Max Roesner Ltda. Curitiba, PR. 350 p.
- MACARTHUR, R. H. 1972. *Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species*. Harper & Row, Publishers Inc. New York. 269 p.
- MACARTHUR, R. H., J. M. DIAMOND & J. KARR 1972. Density compensation in island faunas. *Ecology* 53: 330-342.
- MACARTHUR, R. H., J. MACARTHUR, D. MACARTHUR & A. MACARTHUR 1972. The effect of island area on population densities. *Ecology* 54: 657-658.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J. 203 p.
- MARTIN, E. C. & S. E. MCGREGOR 1973. Changing trends in insect pollination of commercial crops. *Annu. Rev. Entomol.* 18: 207-226.
- MATSUMURA, T. & M. MUNAKATA 1969. Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees at Hakodateyama, northern Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series VI, Zool.* 17: 106-126.

- MATSUMURA, M., S. F. SAKAGAMI & H. FUKUDA 1974. A wild bee survey in Kibi (Wakayama Pref.), southern Japan. *Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series VI, Zool.* 19 (2): 422-437.
- MICHENER, C. D. 1946. Notes on the habits of some Panamanian stingless bees. *J. New York Ent. Soc.* 54: 179-197.
- MICHENER, C. D. 1974. *The Social Behavior of Bees*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 404 p.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of bees. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 66: 277-374.
- MICHENER, C. D., R. B. LANGE, J. J. BIGARELLA & R. SALAMUNI 1958. Factors influencing the distribution of bees' nest in earth banks. *Ecology* 39: 207-217.
- MICHENER, C. D. & C. W. RETTENMEYER 1956. The ethology of *Andrena erythronii* with comparative data on other species. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 37: 645-684.
- MORISITA, M. 1959. Mensuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E., Biol.* 3: 65-80.
- MOURE, J. S. & P. D. HURD JR. 1987. *An Annotated Catalog of the Halictidae Bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Halictidae)*. Smithsonian Inst. Press. Washington, D. C.
- MOURE J. S. & S. F. SAKAGAMI 1962. As mamangabas sociais do Brasil (*Bombus Latreille*) (Hymenoptera, Apoidea). *Studia Entomologica* 5 (1-4): 65-194.
- MUNAKATA, M. 1971. Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees at Akagawa near Hakodate, northern Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Jour. of Hokkaido Univ. Educ. (Section II B)* (22), 1: 26-39.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1954. Notas bionômicas sobre meliponíneos: III - Sobre a enxameagem. *Arquivos do Museu Nacional* 42: 419-451.
- ORTH, A. I. 1983. *Estudo Ecológico de Abelhas Silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com Ênfase em Polinizadores Potenciais da Macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae)*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 120 p.
- ORTOLAN, S. M. DE L. S. & S. LAROCA. 1996. Melissocenótica em áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus* L.) em Lages (Santa Catarina, sul do Brasil), com notas comparativas e experimento de polinização com *Plebeia emerina* (Friesse) (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biol. Par., Curitiba*, 25: 1-113.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons Inc., New York. 165 p.
- PRESTON, F. W. 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology* 29: 254-283.
- PRESTON, F. W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. Part I. *Ecology* 43: 185-215; Part II. *Ibid.* 43: 410-432.
- ROUBIK, D. W. 1979. Africanized honeybees, stingless bees and the structure of tropical plant-pollinator communities. *Proc. IVth Int. Symp. on Pollination (Maryland Agric. Exp. Sta.)* 1: 403-417.
- ROUBIK, D. W. 1983. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). *Journ. of the Kansas Entomol. Soc.* 56 (3): 327-355.

- ROUBIK, D. W. & M. ALUJA 1983. Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. *Journ. of the Kansas Entomol. Soc.* 56 (2): 217-222.
- ROUTLEDGE, R. D. 1980. The form of species abundance distributions. *J. Theor. Biol.* 82: 547-558.
- SAKAGAMI, S. F. & H. FUKUDA 1973. Wild bee survey at campus of Hokkaido University. *Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series VI, Zool.* 19: 190-250.
- SAKAGAMI, S. F. & S. LAROCA 1971. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in eastern Paraná, southern Brazil (Hymenoptera, Apidae). *Kontyû* 39 (3): 217-230.
- SAKAGAMI, S. F., S. LAROCA & J. S. MOURE 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. *Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series VI, Zool.* 16 (2): 253-291.
- SAKAGAMI, S. F. & T. MATSUMURA 1967. Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees in Sapporo, north Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Jap. Journ. Ecol.* 17 (6): 237-250.
- SCHWARTZ FILHO, D. & S. LAROCA. 1999. Programa computacional para organização de dados em estudos ecológicos e biogeográficos de comunidades animais. *Acta Biol. Par., Curitiba*, 28 (1, 2, 3, 4): 169-174.
- SILVEIRA, F. A. & M. J. DE O. CAMPOS. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Revta bras. Ent.* 39: 371-401.
- SIMBERLOFF, D. M. 1974. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 161-182.
- SIMPSON, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- SUDGEN, A. M. 1983. Determinants of species composition in some isolated neotropical cloud forests. *Tropical Rain Forests: Ecology and Management*: 77-91. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- TAURA, H. M. 1990. *A Comunidade de Abelhas Silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Passeio Público, Curitiba, Paraná, Sul do Brasil: Uma Abordagem Comparativa*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 145 p.
- TAURA, H. M. & S. LAROCA 1991. Abelhas altamente sociais (Apidae) de uma área restrita em Curitiba (Brasil): Distribuição dos ninhos e abundância relativa. *Acta Biol. Par.* 20 (1,2,3,4): 85-101.
- UEHIRA, Y., Y. AKAHIRA & S. F. SAKAGAMI 1979. Wild bee survey in Kiritappu Highmoor, eastern Hokkaido. *Low Temp. Sci., Series B* 37: 47-57.
- VUILLEUMIER, F. & D. SIMBERLOFF 1980. Ecology versus history as determinants of patchy and insular distributions in high andean birds. *Evolutionary Biology* 12: 235-279.
- WILLE, A. & E. OROZCO 1970. The life cycle and behavior of the social bee *Lasioglossum (Dialictus) umbripennis*. *Rev. Biol. Trop.* 17: 199-245.
- ZANELLA, F. C. V. 1991. *Estrutura da Comunidade de Abelhas Silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, Planície Litorânea Paranaense, Sul do Brasil*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 88 p.
- ZANELLA, F. C. V.; D. SCHWARTZ FILHO & S. LAROCA. 1998. Tropical bee island biogeography: diversity and abundance patterns. *Biogeographica* 74 (3): 103-115.

Recebido em: 9.01.1999.