

## ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

### Comunidades de Machos de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Fragmentos Florestais no Sul do Brasil

SILVIA H. SOFIA E KAREN M. SUZUKI

Depto. Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina  
6001, CEP 86051-990, Londrina, PR; e-mail: shsofia@uel.br

*Neotropical Entomology* 33(6):693-702 (2004)

Communities of Euglossine Males (Hymenoptera: Apidae) in Forest Fragments from Southern Brazil

**ABSTRACT** - The aim of this work was to study communities of euglossine bees in three fragments of semideciduous forest with different sizes (8.5 ha, 86 ha and 2280 ha), in Northern Paraná State (Brazil). From November 2001 through April 2002 males of euglossine bees were sampled using chemical baits. A total of 245 males from four genera and seven species visited the baits. In the largest fragment were sampled 152 males of 6 species, in the medium, 45 males of five species and, in the smallest, 48 males of seven species. The diversity ( $H'$ ) and species evenness ( $J'$ ) varied from 1.21 to 1.42 and from 0.62 to 0.86, respectively. A change in abundance order of species was verified in the different areas. Apparently, a reduction on fragment size affected negatively the frequency of *Eufriesea violacea* Blanchard, the most common species (43.4%) in the largest fragment and the fourth (8.3%) in the smallest one. The results suggest the need of maintenance of large forest areas to keep viable populations of this and probably other species of euglossine bees.

**KEY WORDS:** Neotropical bee, orchid bee, chemical bait, semideciduous forest

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi estudar as comunidades de abelhas Euglossina em três fragmentos de floresta semidecídua de tamanhos diferentes (8,5 ha, 86 ha e 2280 ha), na região de Londrina, norte do Paraná. De novembro de 2001 a abril de 2002, machos atraídos às iscas-odores de eucaliptol, eugenol e vanilina foram amostrados em coletas mensais, com 2h de duração. Foram coletados 245 indivíduos pertencentes a quatro gêneros e sete espécies. No fragmento maior foram coletados 152 machos pertencentes a seis espécies, no médio, 45 machos de cinco espécies e, no menor, 48 machos de sete espécies. Os índices de diversidade ( $H'$ ) e equidade de espécies ( $J'$ ) variaram de 1,21 a 1,42 e 0,62 a 0,86, respectivamente. A ordem de abundância das espécies variou nos três locais. Aparentemente, a redução no tamanho dos fragmentos afetou negativamente a abundância de *Eufriesea violacea* Blanchard, a qual foi a espécie mais comum (43,4%) no fragmento maior e a quarta (8,3%) em ordem de abundância no fragmento menor. Os resultados sugerem a necessidade de se manter áreas grandes de florestas para uma melhor conservação de populações desta e provavelmente de outras espécies de Euglossina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abelha neotropical, abelha-das-orquídeas, isca-odor, floresta semidecídua

As abelhas Euglossina formam um grupo distinto dentro da família Apidae (Kimsey 1987, Cameron 2004). Apresentam normalmente colorido metálico e algumas espécies apresentam língua bastante longa (Dressler 1982, Kimsey 1987, Cameron 2004).

O grupo inclui espécies dotadas de grande capacidade de vôo, capazes de voar grandes distâncias em florestas tropicais contínuas (Janzen 1971), por isso são consideradas importantes polinizadores neotropicais com papel de destaque na polinização de espécies vegetais com distribuição esparsa (Janzen 1971). Além de os machos e

as fêmeas visitarem grande variedade de famílias vegetais para coleta de alimento, os machos são freqüentemente encontrados visitando orquídeas e outras fontes, onde coletam fragrâncias (Zucchi *et al.* 1969, Dressler 1982). No caso de algumas espécies de orquídeas neotropicais, os machos dessas abelhas são os únicos visitantes florais (Williams & Whitten 1983). Embora o papel dos machos euglossíneos na polinização de orquídeas seja bastante reconhecido, o uso de fragrâncias por eles permanece ainda obscuro (Eltz *et al.* 1999) e tem sido, portanto, bastante debatido (Dressler 1982, Eltz *et al.* 1999, Cameron 2004).

Pesquisas têm mostrado que a coleta de fragrâncias pode ser usada para a agregação de machos (*leks*) da mesma espécie (Kimsey 1980). Atualmente, as hipóteses mais aceitas consideram que as fragrâncias são usadas como sinais químicos em comportamentos de corte ou territorial (Dressler 1982, Williams & Whitten 1983, Cameron 2004).

Nos últimos anos, alguns trabalhos têm investigado o impacto do desmatamento e da fragmentação de florestas sobre as populações dessas abelhas (Becker *et al.* 1991, Morato 1994, Tonhasca *et al.* 2003). Os resultados obtidos em alguns destes estudos sugerem que o desmatamento teria um efeito negativo sobre as populações de algumas espécies de Euglossina, pois pode levar ao declínio na abundância de indivíduos de determinadas espécies (Powell & Powell 1987, Morato 1994). Com base nesse fato, Powell & Powell (1987) sugerem que fragmentos florestais que são muito pequenos para sustentar uma fauna viável de Euglossina podem estar sujeitos a redução acentuada na riqueza de espécies vegetais e que, portanto, a conservação desses importantes visitantes florais é fundamental para a manutenção da estabilidade das comunidades vegetais onde eles são encontrados. A importância da diversidade de polinizadores para manter a diversidade de plantas é bastante reconhecida. É facilmente vista nos casos em que a ausência de um grupo particular de polinizadores, quase que certamente levará à falha reprodutiva, e em última instância, à exclusão da comunidade das plantas deles dependentes (Neff & Simpson 1993). No caso de espécies-chave, como as de Euglossina, as quais têm uma influência acentuada no caráter ou estrutura de um ecossistema, quando tais espécies são perdidas, removidas ou têm suas atividades interrompidas, tal fato pode desencadear um efeito em cascata atingindo vários organismos do ecossistema (LaSalle & Gauld 1993).

Embora existam algumas pesquisas investigando o efeito da fragmentação sobre o deslocamento de machos euglossíneos, os resultados obtidos em tais pesquisas têm se mostrado algumas vezes contrastantes. Enquanto alguns trabalhos têm mostrado que machos euglossíneos são capazes de transpor fragmentos florestais separados por distâncias superiores a 1500 m (Raw 1989, Tonhasca *et al.* 2003), outros têm revelado que áreas desmatadas podem constituir barreiras para o deslocamento de determinadas espécies (Powell & Powell 1987, Perquetti *et al.* 1999). De acordo com Bhattacharya *et al.* (2003), o movimento de polinizadores é importante para a polinização das plantas de um ecossistema e, se esses polinizadores não forem capazes de cruzar as barreiras resultantes de atividades humanas, as espécies vegetais podem não ser visitadas e polinizadas, vindo a sofrer um declínio no fluxo gênico e redução de suas populações. Assim, se de fato as áreas desmatadas constituírem barreiras para o deslocamento de algumas espécies de Euglossina, então o fluxo gênico e a variabilidade genética das populações dessas abelhas e das plantas que elas polinizam ficariam, a longo prazo, comprometidos.

No Sul do Brasil as paisagens encontram-se fragmentadas devido à remoção e/ou degradação da maior parte da cobertura vegetal nativa. No Paraná, em particular na Região Norte, a devastação das florestas ocorreu de maneira abrupta

e inconseqüente (Soares & Medri 2002). Atualmente, essa região do estado possui apenas entre 2% e 4% de sua cobertura vegetal original (Soares & Medri 2002, Torezan 2002), que constituem os principais refúgios da fauna nativa. Apesar disto, até o presente são poucas as informações sobre as comunidades de Euglossina nos remanescentes de florestas paranaenses.

Apesar da reconhecida importância dessas abelhas como agentes polinizadores na América Tropical, são escassos os estudos comparando a composição, abundância e diversidade de espécies de Euglossina em fragmentos florestais com tamanhos distintos. Diante disto, o propósito deste trabalho foi investigar as comunidades dessas abelhas em três fragmentos florestais, remanescentes de mata nativa, de tamanhos diferentes.

## Material e Métodos

**Área de Estudo.** O trabalho foi realizado em três fragmentos florestais de tamanhos diferentes, localizados no município de Londrina, norte do Paraná. A cobertura vegetal nativa das três áreas corresponde à floresta estacional semidecidual (Torezan 2002). Os três fragmentos encontram-se separados por distâncias que variam entre 1 km e 3 km e circundados por áreas cultivadas. O fragmento de maior tamanho (A) corresponde ao Parque Estadual “Mata dos Godoy”, o qual apresenta uma área protegida de 680 ha, conectada pela porção leste a uma área de vegetação externa ao Parque com 1600 ha, totalizando aproximadamente 2280 ha. Este fragmento encontra-se separado por aproximadamente 1 km do fragmento de tamanho médio (B) e 3 km do fragmento de menor tamanho (C), os quais fazem parte de duas propriedades particulares. Os fragmentos B e C, distam cerca de 1 km um do outro e apresentam área aproximada de 86 ha e 8,5 ha, respectivamente. As três áreas estudadas encontram-se circundadas por áreas de cultivo e estão, portanto, sujeitas a um certo grau de interferência antrópica. Contudo, comparando-se a vegetação dos três fragmentos verifica-se uma nítida predominância de vegetação primária, ainda bastante preservada, no fragmento maior (A), enquanto, as outras duas áreas estudadas, por se tratar de propriedades particulares, com áreas cultivadas que alcançam o limite da mata, mostram um grau maior de degradação antrópica do que o fragmento A. Além disto, o fragmento B é atravessado por uma estrada vicinal.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é Cfa, subtropical úmido, com verão quente, chuvas distribuídas em todas as estações e queda de precipitação no inverno (Mendonça 2000). A temperatura média anual é de 24,1°C e a precipitação anual, 1686 mm.

**Metodologia.** A metodologia usada para a captura de machos foi baseada na descrita por Santos & Sofia (2002), com algumas modificações.

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de novembro de 2001 a abril de 2002, e tiveram duração de 2h, sendo realizadas entre 10:00h e 13:00h. As amostras foram obtidas simultaneamente nas três áreas ou em dias subsequentes na tentativa de minimizar efeitos de fatores

abióticos, visto que estes podem influenciar a atividade das abelhas. As amostragens foram realizadas durante a estação quente e chuvosa, por ser este o período de maior atividade de *Euglossina* na região do estudo (Santos & Sofia 2002).

Para a atração dos machos foram utilizadas iscas-odores de três essências químicas: eucaliptol, eugenol e vanilina, as quais têm se mostrado eficientes na atração de machos euglossíneos (Rebêlo & Garófalo 1991, Santos & Sofia 2002). As iscas, feitas de chumaços de papel absorvente embebidos em uma daquelas três essências, ficavam dispostas à sombra, presas à vegetação, a 1,5 m do solo, e distantes cerca de 3 m uma da outra. Para compensar possíveis perdas de fragrância por evaporação, a reposição de cada essência foi feita periodicamente em intervalos de meia hora.

As coletas foram realizadas de forma racional e apenas os machos do gênero *Euglossa*, por serem de difícil identificação no campo, foram coletados com rede entomológica e armazenados individualmente em frascos plásticos com etiquetas, onde foram registrados o local, a data e horário da coleta, bem como a fragrância visitada. Os machos de *Eulaema nigrita* Lepelletier e *Eufriesea violacea* Blanchard, por serem de fácil identificação, foram coletados e marcados no tórax, utilizando-se uma caneta contendo tinta não-tóxica, de cor branca, à base de água e sem odor (Posca: Mitsubishi Pencil Co., Ltd.) e, em seguida, libertados. Apenas alguns indivíduos *E. nigrita* e *E. violacea* foram coletados para deposição na coleção zoológica da Universidade Estadual de Londrina. A marcação com tinta mostrou-se bastante eficaz, evitando a recontagem dos machos das duas espécies, quando estes retornavam às iscas após à primeira captura. Todos os espécimes coletados encontram-se depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

No fragmento A, além das abelhas coletadas nas iscas, seis machos da espécie *E. violacea* foram capturados com rede entomológica, próximo ao solo ou sobre folhas onde,

possivelmente, deva ter respingado algum tipo de essência. Assim, as visitas desses seis indivíduos não foram atribuídas a nenhuma das fragrâncias utilizadas neste estudo.

Dados mensais de temperatura média, umidade relativa média e precipitação durante o período de amostragens foram fornecidos pelo IAPAR/Londrina (Instituto Agronômico do Paraná).

Nos meses de estudo os maiores valores de precipitação pluviométrica foram registrados durante dezembro e janeiro (Fig. 1). Abril foi o mês com menor precipitação, 5,2 mm. No período de estudo, as temperaturas médias variaram de 23,3°C (dezembro) a 25,5°C (março) e as maiores médias térmicas foram registradas em março e abril (Fig. 1). O menor valor de umidade relativa média foi registrado também em abril (61%) e os maiores nos meses de janeiro (76%) e fevereiro (74%).

**Análise Estatística.** Os fragmentos florestais foram comparados em termos do número de espécies e abundância de indivíduos coletados por meio do teste Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Student - Newman-Keuls (SNK), quando necessário (Zar 1996).

As análises de correlação entre tamanho do fragmento florestal e abundância de machos euglossíneos ou número de espécies foram feitas empregando-se o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman (Zar 1996).

A comparação da abundância de espécies entre as diferentes áreas foi feita usando-se o teste do  $\chi^2$  (para uma amostra) e foram considerados significativos valores de  $P < 0,05$  (Siegel 1981).

O índice de Berger-Parker (d), o qual expressa a importância proporcional da espécie mais abundante de uma determinada amostra (Magurran 1988), foi utilizado para medir o grau de dominância nas três áreas estudadas. O valor desse índice é obtido pela expressão  $d = N_{\text{máx}}^2 / N$ , sendo d o grau de dominância,  $N_{\text{máx}}$  o número de indivíduos da espécie mais abundante e, N o número total de indivíduos amostrados na área.

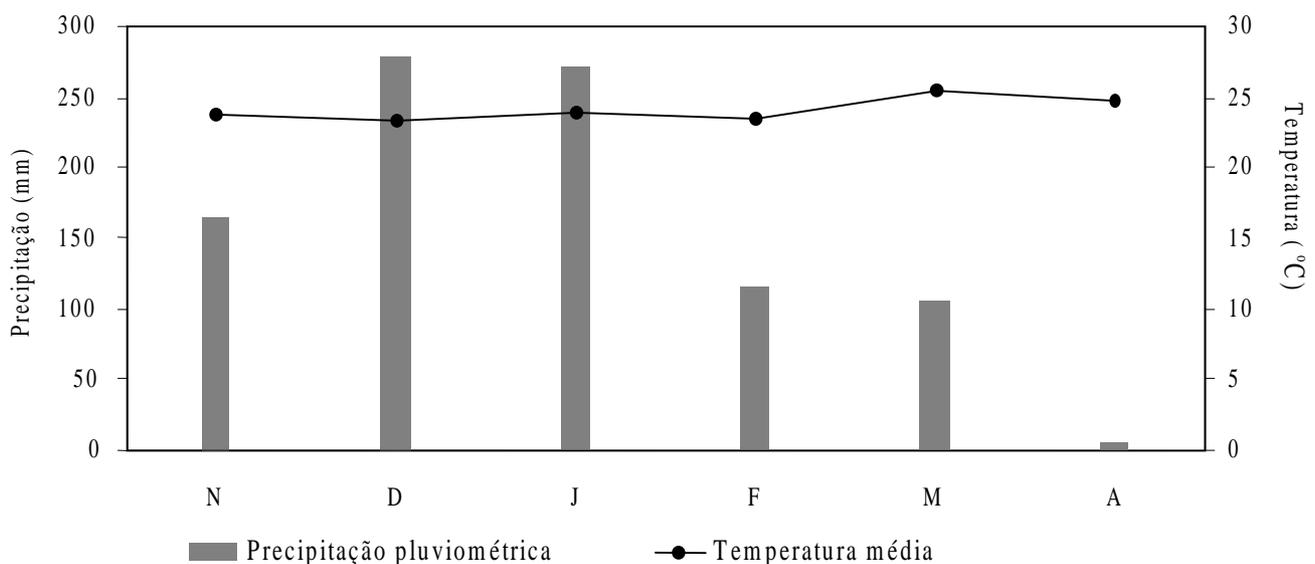


Figura 1. Valores mensais de precipitação (mm) e temperatura média (°C) na região estudada no período de novembro de 2001 a abril de 2002. Londrina, PR

Para o cálculo da diversidade de espécies foi empregado o índice de Shannon-Wiener (Zar 1996). Os índices de equidade foram calculados segundo a fórmula:  $J' = H'/H'_{\max}$ , sendo  $H'$  o índice de Shannon-Wiener e,  $H'_{\max}$  o logaritmo neperiano (ln) do número total de espécies na amostra (Zar 1996). Para a medida da similaridade na composição de espécies entre duas áreas, utilizou-se o quociente de similaridade (Q.S.) de Sorensen (Laroca 1995).

## Resultados

Durante o período de estudo foram amostrados 245 machos de abelhas Euglossina nos três fragmentos florestais, pertencentes a quatro gêneros e sete espécies (Tabela 1). No fragmento maior (A) foram coletados 152 machos pertencentes a seis espécies, no médio (B), 45 indivíduos de cinco espécies e, no fragmento menor (C), 48 indivíduos de sete espécies. A aplicação do teste de Spearman mostrou uma correlação positiva significativa entre o tamanho do fragmento florestal e a abundância de machos euglossíneos atraídos às iscas ( $r_s = 0,47$ ,  $n = 18$ ;  $P < 0,05$ ); mas, não mostrou correlação entre o número de espécies e o tamanho do fragmento ( $r_s = 0,22$ ,  $n = 18$ ;  $P > 0,05$ ).

O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas na abundância de machos entre os três locais ( $H = 6,24$ , g.l. = 2;  $P < 0,05$ ), enquanto o número de espécies não diferiu significativamente ( $H = 3,24$ , g.l. = 2;  $P > 0,05$ ). Pelo teste de comparações múltiplas (SNK) foi possível comprovar que o número de machos foi significativamente maior no fragmento de maior tamanho do que nos fragmentos de tamanho médio ( $q = 3,37$ ;  $P < 0,05$ ) e pequeno ( $q = 3,85$ ;  $P < 0,05$ ). Enquanto, as frequências de machos atraídos às iscas nestes dois locais não diferiram significativamente.

Nos três locais estudados, *Eufriesea violacea*, *Eulaema nigrita*, *Euglossa pleosticta* Dressler e *Euglossa fimbriata* Rebêlo & Moure foram as espécies mais abundantes, entretanto, os resultados mostraram variação na ordem de abundância dessas quatro espécies nos diferentes fragmentos (Tabela 1). No fragmento A, *E. violacea* foi a espécie mais frequente, correspondendo a 43,4% do total de visitas às

iscas, seguida por *E. pleosticta* (23,0%), *E. fimbriata* (19,7%) e *E. nigrita* (8,6%). No fragmento B, *E. pleosticta* foi a espécie mais comum (42,2%), seguida por *E. violacea* (22,2%), *E. nigrita* (15,6%) e *E. fimbriata* (17,8%), enquanto, no fragmento C, as espécies mais comuns foram: *E. fimbriata* (37,5%), *E. nigrita* (22,9%) e *E. pleosticta* (22,9%) e *E. violacea* (8,3%). *Euglossa cordata* (L.), *Euglossa truncata* Rebêlo & Moure e *Exaerete smaragdina* (Guérin) foram as espécies menos frequentes nos três fragmentos, correspondendo individualmente a menos de 5% do total da amostra nos diferentes ambientes (Tabela 1).

O índice de dominância de Berger-Parker (d) mostrou-se relativamente próximo para as três áreas, sendo: 0,43 na área A; 0,42 na B e, 0,38 na área C.

Comparando-se a frequência das quatro espécies mais abundantes (> 5% da amostra) nos três locais estudados, verificou-se que *E. violacea*, *E. pleosticta* e *E. fimbriata* foram coletadas significativamente em maior número no fragmento maior ( $P < 0,01$ ), enquanto *E. nigrita* não mostrou diferença em abundância nos três fragmentos (Tabela 1). Entre as três espécies que tiveram maior ocorrência no fragmento A, *E. violacea* foi a que apresentou o padrão mais acentuado ( $\chi^2 = 87,71$ , g.l. = 2;  $P < 0,001$ ).

Nas três áreas estudadas os machos visitaram predominantemente as iscas de eucaliptol (Tabela 2). Vanilina foi a segunda essência mais visitada, atraindo 9,8% dos machos, enquanto eugenol concentrou apenas 3,7% das visitas.

As maiores frequências de machos atraídos às iscas ocorreram em novembro e dezembro, enquanto janeiro foi o mês de menor frequência de abelhas visitando as iscas-odores. Com exceção de janeiro, verificou-se o maior número de machos atraídos às iscas no fragmento A. No fragmento B, as maiores frequências de machos ocorreram em novembro e dezembro. No fragmento C, o número de abelhas que visitaram as iscas variou pouco de novembro a março, mostrando diminuição mais acentuada em abril (Fig. 2).

A Fig. 3 ilustra a variação mensal na frequência de visitas às iscas das espécies mais abundantes de Euglossina nas três áreas estudadas. *E. violacea* foi a espécie mais sazonal,

Tabela 1. Número de machos de Euglossina coletados nos três fragmentos florestais estudados (A = 2280 ha, B = 86 ha e C = 8,5 ha), na região de Londrina, PR, no período de novembro de 2001 a abril de 2002.

Espécies	Fragmento A	Fragmento B	Fragmento C	Total	$\chi^2$ (g.l. = 2)
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard)	66	10	4	80	87,71**
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	13	7	11	31	1,81
<i>E. pleosticta</i> Dressler	35	19	11	65	13,78*
<i>E. fimbriata</i> Rebêlo & Moure	30	8	18	56	12,99*
<i>E. cordata</i> (Linnaeus)	5	0	2	7	n/a
<i>E. truncata</i> Rebêlo & Moure	3	1	1	5	n/a
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin)	0	0	1	1	n/a
Total de indivíduos	152	45	48	245	
Total de espécies	6	5	7	7	
H'	1,42	1,38	1,21		
J'	0,79	0,86	0,62		

n/a = não analisado; \* =  $P < 0,01$ ; \*\* =  $P < 0,001$

Tabela 2. Número de machos de Euglossina e total de espécies coletados nas diferentes fragrâncias nos três fragmentos florestais estudados.

Fragmento	Eucaliptol	Eugenol	Vanilina	Fora das iscas <sup>1</sup>	Total
A	121	7	18	6	152
B	40	1	4	0	45
C	45	1	2	0	48
Total de indivíduos	206	9	24	6	245
Total de espécies	7	2	3	1	

<sup>1</sup>Nesta coluna estão incluídos os seis indivíduos de *E. violacea* coletados fora das iscas-odores no fragmento A.

com atividade restrita aos meses de novembro e dezembro, nos três fragmentos. *E. nigrita* e *E. pleosticta* mostraram um amplo espectro de atividade durante o período estudado, com maior oscilação de frequência no fragmento B. Embora *E. fimbriata* também tenha mostrado ampla faixa de atividade, visitando as iscas durante a maioria dos meses estudados, a frequência mensal de visitas dos machos desta espécie variou entre as diferentes áreas, tendo sido mais uniforme no fragmento C, justamente onde a espécie foi a mais abundante (Tabela 1).

A similaridade entre as três áreas foi elevada, com coeficientes (Q.S.) de 0,90 entre as faunas das áreas A e B, 0,92 entre A e C e 0,83 entre B e C.

Os índices de diversidade ( $H'$ ) e equidade ( $J'$ ) encontrados para os três fragmentos florestais estão na Tabela 1. Os valores de diversidade variaram pouco entre os três locais. O maior valor de  $H'$  foi obtido para o fragmento de tamanho maior ( $H' = 1,42$ ) e o menor valor (1,21) para o fragmento menor (8,5 ha). Em relação aos valores de equidade, os maiores e menores registrados foram os dos fragmentos médio ( $J' = 0,86$ ) e pequeno ( $J' = 0,62$ ), respectivamente.

## Discussão

Na região estudada, os machos foram mais ativos das 9:00h às 14:00h e em temperaturas entre 23°C e 26,5°C (Santos & Sofia 2002). Embora as médias térmicas durante o período de amostragens tenham se mantido dentro da faixa de maior atividade das abelhas, observou-se redução no número de machos coletados nas iscas em janeiro e março (Fig. 2). Diversas pesquisas mostraram correlação entre a atividade desses insetos e a temperatura ambiente (Rebêlo & Garófalo 1991, Bezerra & Martins 2001). Entretanto, outros fatores bióticos e abióticos parecem também influenciar a atividade dos machos (Oliveira 1999, Silva & Rebêlo 2002). Armbruster (1993) sugere que concentração de recursos ("hot spots") no ambiente, tais como fontes de alimento ou odores florais, podem ocasionar variações temporais na fauna local Euglossina. De fato, um estudo recente relatou a ocorrência de concentrações de abelhas euglossinas explorando fontes de recursos em remanescentes de Floresta Atlântica (Tonhasca *et al.* 2003). Adicionalmente, Tonhasca *et al.* (2002a) argumentam que visitas intermitentes de grupos de algumas espécies de Euglossina às iscas-odores podem ser ocasionadas por fatores abióticos diversos, tais como

mudanças na velocidade e direção do vento, nebulosidade e temperatura. Além desses fatores, possíveis variações nas capturas de machos poderiam estar relacionadas com o comportamento de agregação de machos euglossíneos (Tonhasca *et al.* 2002a). Assim, o pequeno número de machos atraídos às iscas nos meses de janeiro e março, em particular no fragmento A, pode ter sido ocasionado por variações nas condições bióticas e/ou abióticas locais.

O gênero *Eufriesea* inclui abelhas tipicamente sazonais, sendo algumas espécies ativas apenas durante um ou dois meses por ano (Dressler 1982). A ocorrência de *E. violacea*, apenas nos meses de novembro e dezembro nos três fragmentos, pode ser explicada pelo fato de essa espécie ser também bastante sazonal, com atividade restrita a poucos meses do ano, como já evidenciado por outros autores (Peruquetti & Campos 1997).

A maior eficiência das iscas de eucaliptol na atração de machos euglossíneos corrobora os resultados encontrados por diversos outros autores, que observaram que esta essência, análoga ao cineol, frequentemente atrai um elevado número de indivíduos e ampla variedade de espécies (Bezerra & Martins 2001, Silva & Rebelo 2002). Tal fato poderia ser decorrente da maior volatilidade (baixo peso molecular) do eucaliptol quando comparado, por exemplo, ao eugenol (Silva & Rebêlo 2002), o qual mostrou-se pouco atrativo no presente estudo. Entretanto, uma discussão mais aprofundada sobre a atratividade de alguns compostos deve ser feita com bastante precaução, tendo em vista que a pureza química e

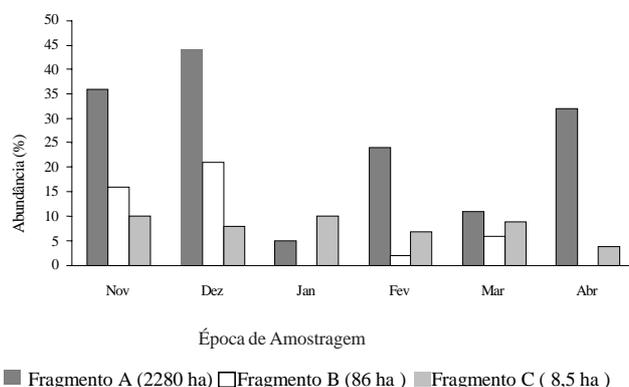


Figura 2. Número de visitas de machos às iscas-odores nos três fragmentos florestais estudados no período de novembro de 2001 a abril de 2002. Londrina, PR

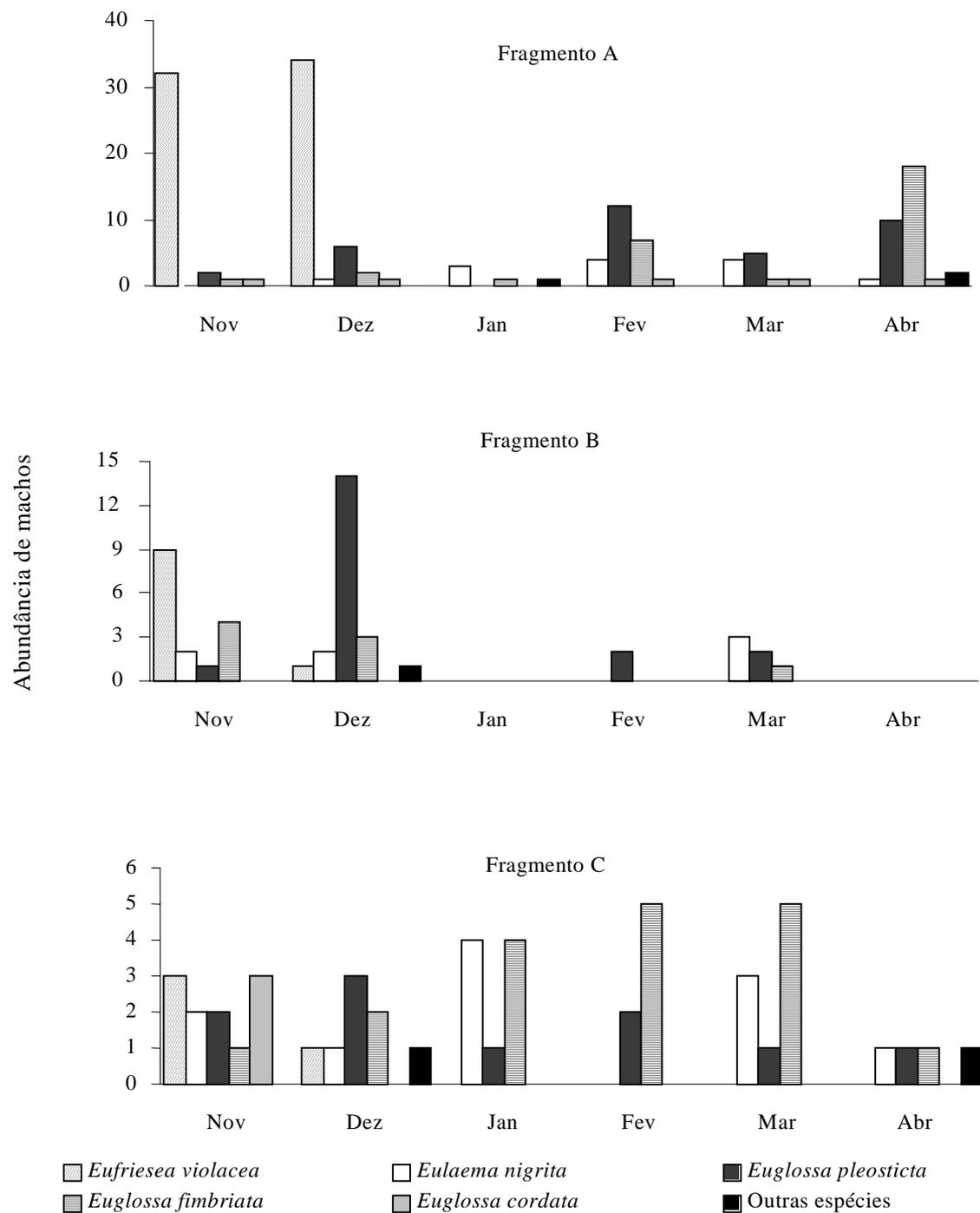


Figura 3. Abundância mensal de machos das espécies mais comuns de Euglossina às iscas-odores nos três fragmentos florestais estudados, no período de novembro de 2001 a abril de 2002. Londrina, PR

composição isomérica de determinados compostos não são totalmente conhecidas (Williams & Whitten 1983). Além disto, foi demonstrado que machos euglossíneos armazenam nas tíbias posteriores quantidades variáveis de um complexo de substâncias odoríferas, sugerindo, portanto, que os machos coletam diversas fragrâncias químicas (Eltz *et al.* 1999).

Pesquisas envolvendo os efeitos do desmatamento e da

fragmentação de florestas sobre as comunidades de Euglossina desenvolvidas no norte do Brasil sugerem que ambos os processos têm um efeito negativo para esse grupo de insetos neotrópicos (Powell & Powell 1987, Morato 1994). A comparação das frequências de visitas dos machos às iscas-odores em florestas contínuas e fragmentos isolados de floresta Amazônica de 1 ha, 10 ha e 100 ha, revelou que a

maioria das espécies mostrou abundância maior na floresta contínua e redução no número de machos com a diminuição do tamanho do fragmento (Powell & Powell 1987). No presente estudo, embora os fragmentos florestais de 86 ha e 8,5 ha não tenham diferido significativamente na frequência de machos atraídos às iscas, ambas as áreas mostraram uma fauna de Euglossina significativamente menos abundante do que o fragmento de 2280 ha. Apesar de estes resultados apontarem na direção de que a abundância dessas abelhas seja dependente do tamanho do fragmento florestal e que apenas fragmentos maiores sejam capazes de sustentar uma fauna mais abundante de Euglossina, nenhuma conclusão definitiva sobre o fato pode ser feita, uma vez que resultados divergentes têm sido obtidos por outros autores (Becker *et al.* 1991; Tonhasca *et al.* 2002a,b). Além disto, Becker *et al.* (1991) relatam que a abundância de abelhas euglossinas pode variar muito em uma distância pequena em resposta a fatores desconhecidos. Pesquisas revelam também que mesmo áreas de mata contínua de floresta primária podem mostrar variação acentuada na abundância de abelhas euglossinas (Oliveira & Campos 1995), sendo necessários estudos que apresentem maior repetibilidade para a obtenção de respostas conclusivas sobre o efeito da cobertura vegetal nas comunidades de Euglossina. Finalmente, estudos sobre fragmentos florestais devem levar em consideração o papel da matriz na qual os fragmentos estão inseridos na manutenção da fauna local, já que tem sido mostrado que a matriz pode afetar de forma distinta as várias espécies de um ecossistema (Morato *et al.* 1999, Klein *et al.* 2002, Laurence *et al.* 2002, Murphy & Lovett-Doust 2004). No caso de abelhas Euglossina, tem sido sugerido que a matriz ao redor dos fragmentos pode favorecer a nidificação de algumas espécies, que acabam encontrando maior número de locais para estabelecer seus ninhos, bem como maior disponibilidade de resinas vegetais usadas na construção destes (Becker *et al.* 1991).

É esperado que fragmentos florestais maiores e menos perturbados possam fornecer mais recursos aos visitantes florais e, portanto, maior riqueza de espécies de abelhas (Peruquetti *et al.* 1999). Entretanto, pesquisas desenvolvidas em fragmentos de tamanhos distintos e ambientes com diferentes graus de perturbação antrópica parecem não confirmar essa hipótese (Morato 1994, Peruquetti *et al.* 1999, Tonhasca *et al.* 2002a,b). Os resultados obtidos nas três áreas estudadas corroboram tais estudos, visto que o número de espécies de Euglossina nos três fragmentos não sofreu redução de acordo com o tamanho destes. Uma possível explicação para este fato poderia ser atribuída à capacidade de dispersão das abelhas Euglossina e ao fato de as mesmas serem capazes de explorar localidades próximas (Tonhasca *et al.* 2002a, 2003). Recentemente, o modelo de gradientes de perturbação de ambientes, o qual prediz que ambientes com taxas intermediárias de perturbação apresentariam maior riqueza em espécies quando comparados àqueles com taxas de perturbação maiores ou menores, foi também proposto para explicar tais resultados (Peruquetti *et al.* 1999).

Nos três fragmentos estudados na região de Londrina as quatro espécies mais abundantes totalizaram mais de 91% dos machos atraídos às iscas, determinando índices de

diversidade e equidade pouco elevados. Os valores de diversidade de espécies ( $H'$ ) entre os três fragmentos foram bastante similares entre si, mostrando variação de 1,21 a 1,42. Valores próximos de diversidade foram obtidos em um estudo sobre comunidades de Euglossina em remanescentes de florestas semidecíduas no estado de São Paulo (Rebêlo & Garófalo 1997).

Os índices de dominância de Berger-Parker para as áreas A ( $d = 0,43$ ) e B ( $d = 0,42$ ) revelam homogeneidade ligeiramente menor nas abundâncias relativas das espécies nos dois fragmentos do que no fragmento C ( $d = 0,38$ ), e são resultantes da maior abundância das espécies *E. violacea* e *E. pleosticta* nas áreas A e B, respectivamente. Apesar do tamanho bem menor do fragmento B em relação ao fragmento A, e de o fragmento B estar sujeito a maior interferência antrópica por ser tratar de propriedade privada (ver material e métodos), os índices de dominância de Berger-Parker obtidos em ambos os fragmentos foram bastante similares. Resultados contrastantes foram obtidos por Peruquetti *et al.* (1999), os quais encontraram menor homogeneidade nas abundâncias relativas das espécies em fragmentos florestais de tamanhos menores e com maior grau de perturbação antrópica. Entretanto, como sugerido por esses autores, seria importante a realização de estudos em áreas de tamanhos comparáveis para uma discussão mais aprofundada sobre este assunto.

Abelhas Euglossina são capazes de voar longas distâncias em florestas contínuas (Janzen 1971, Dressler 1982). Entretanto, é possível que haja diferenças na mobilidade das espécies (Bezerra & Martins 2001), pois enquanto algumas espécies parecem incapazes de transportar áreas desmatadas de apenas 100 m de largura (Powell & Powell 1987), outras são capazes de se deslocar entre fragmentos de floresta distantes cerca de 4 km (Raw 1989). Deste modo, a elevada semelhança observada entre a composição de espécies dos três fragmentos ( $Q.S. = 0,83$  a  $0,92$ ) pode indicar um possível deslocamento da maioria das espécies entre os fragmentos estudados, distantes entre si cerca de 1 km a 3 km. Além disto, é esperado que comunidades de plantas com fisionomias similares contenham faunas similares de abelhas (Bezerra & Martins 2001). Assim, as diferenças encontradas nas faunas dos três fragmentos parece ter sido determinada em parte pela presença ou ausência das espécies menos abundantes (< 5 indivíduos) nas diferentes áreas. Tonhasca *et al.* (2002a,b) analisando a distribuição de machos euglossíneos em diferentes locais de amostragem em áreas de Floresta Atlântica observaram alguma variação no número de indivíduos coletados, entretanto, as comunidades de Euglossina estudadas nos diferentes locais e tipos de habitats mostraram-se similares.

Os resultados obtidos indicam que *E. violacea*, a espécie mais abundante no fragmento maior e a quarta em ordem de abundância no fragmento menor (Tabela 1), aparentemente foi a espécie mais sensível à redução do tamanho do fragmento. *E. pleosticta* e *E. fimbriata* também não foram amostradas uniformemente nos três fragmentos, com maior ocorrência na área maior. De forma contrária, a abundância de *E. nigrita* mostrou-se similar nos três fragmentos estudados.

Algumas pesquisas indicam que áreas de acentuada perturbação antrópica mostram maior abundância de *E. nigríta* sendo, portanto, tal espécie uma possível bioindicadora de ambientes perturbados (Peruquetti *et al.* 1999, Bezerra & Martins 2001). Deste modo, a maior homogeneidade na abundância de *E. nigríta* nos três fragmentos estudados sugere que esta espécie seja capaz de sobreviver e/ou explorar fragmentos florestais de tamanhos bastante distintos. Adicionalmente sugere-se que, embora algumas populações de Euglossina estejam conseguindo sobreviver em fragmentos de floresta de tamanhos bastante diferentes, o processo de fragmentação estaria afetando de forma distinta as várias espécies. Morato *et al.* (1999), baseando-se nos padrões de nidificação de duas espécies de *Centris*, sugeriram que *C. terminata* seria mais sensível ao processo de fragmentação do que *C. dichrotricha*, visto que esta espécie nidificou mais freqüentemente em locais desmatados e em pequenos fragmentos de mata, enquanto a primeira construiu seus ninhos preferencialmente em áreas de mata contínua e clareiras. No caso de Euglossina, algumas espécies parecem inclusive se favorecer da interferência antrópica, uma vez que podem nidificar em construções humanas (Peruquetti & Campos 1997) e em áreas de vegetação secundária, que haviam sofrido desmatamento (Becker *et al.* 1991). Além disto, algumas plantas utilizadas como fontes de pólen por fêmeas euglossinas ocorrem preferencialmente em áreas abertas (Peruquetti *et al.* 1999).

Nos últimos anos, bastante ênfase tem sido dada ao papel da matriz ao redor dos fragmentos de florestas, tendo em vista que ela parece exercer influência significativa no funcionamento e conectividade dos fragmentos (Laurence *et al.* 2002, Murphy & Lovett-Doust 2004). Embora o papel da matriz ainda seja pouco compreendido para abelhas, é possível que sua permeabilidade seja determinante no deslocamento desses importantes polinizadores. Tonhasca *et al.* (2003) sugerem que fragmentos florestais de longa-existência circundando uma grande área de Mata Atlântica são mantidos funcionalmente conectados pela dispersão de abelhas euglossinas. Assim, é provável que a manutenção do conjunto fragmentos florestais de tamanhos pequenos possa contribuir para a conservação da diversidade de polinizadores, e conseqüentemente, auxiliar no processo de polinização. A elevada similaridade entre as faunas de Euglossina dos três fragmentos estudados reforça esta idéia, bem como sugere a necessidade de uma preservação mais efetiva de fragmentos florestais mantidos em propriedades privadas, os quais podem contribuir de forma significativa na conservação das abelhas.

### Agradecimentos

Os autores são gratos aos biólogos Luiz Fernando Alvarez e Gisele Uyheara pelo auxílio nas coletas, ao IAPAR-Londrina pelo fornecimento dos dados climáticos, aos revisores anônimos pelas valiosas contribuições ao manuscrito, à Fundação o Boticário de Proteção à Natureza pelo apoio financeiro e a CPG/Uel pela concessão da bolsa de IC para K.M. Suzuki.

### Literatura Citada

- Armbruster, W.S. 1993.** Within-habitat heterogeneity in baiting samples of Euglossine bees: Possible causes and implications. *Biotropica* 25: 122-128.
- Bhattacharya, M., R.B. Primack & J. Gerwain. 2003.** Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperature suburban conservation area? *Biol. Conserv.* 109: 37-45.
- Becker, P., J.S. Moure & F.J.A. Peralta. 1991.** More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 23: 586-91.
- Bezerra, C.P. & C.F. Martins. 2001.** Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 18: 823-835.
- Cameron, S.A. 2004.** Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Entomol.* 49: 377-404.
- Dressler, R.L. 1982.** Biology of orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 373-394.
- Eltz, T., W.M. Witthen, D.W. Roubik & K.E. Linsenmair. 1999.** Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. *J. Chem. Ecol.* 25: 157-176.
- Janzen, D.H. 1971.** Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science* 171: 203-204.
- Kimsey, L.S. 1980.** The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. *Anim. Behav.* 28: 996-1004.
- Kimsey, L.S. 1987.** Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Syst. Entomol.* 12: 63-72.
- Klein, A.M., I. Steffan-Dewenter, D. Buchori & T. Tschardt. 2002.** Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trapping bees and wasps. *Consev. Biol.* 16: 1003-1014.
- Laroca, S. 1995.** (ed.) *Ecologia: Princípios e métodos.* Petrópolis, Editora Vozes, 197p.
- LaSalle, J. & I.D. Gauld 1993.** Hymenoptera: Their diversity and their impact on the diversity of other organisms, p.1-26. In J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.), *Hymenoptera and biodiversity.* Wallingford, CAB International, 348p.
- Laurence, W.F., T.E. Lovejoy, H.L. Vasconcelos, E.M. Bruna, R.K. Didham, P.C. Stouffer, C. Gascon, R.O. Bierregaard, S.G. Laurence & E. Sampaio. 2002.** Petrópolis, Editora Vozes, 197p.

- LaSalle, J. & I.D. Gauld 1993.** Hymenoptera: Their diversity and their impact on the diversity of other organisms p.1-26. In J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.), Hymenoptera and biodiversity. Wallingford, CAB International, 348p.
- Laurence, W.F., T.E. Lovejoy, H.L. Vasconcelos, E.M. Bruna, R.K. Didham, P.C. Stouffer, C. Gascon, R.O. Bierregaard, S.G. Laurence & E. Sampaio. 2002.** Ecosystem decay of Amazonian forest fragments a 22-year investigation. *Conserv. Biol.* 16: 605-618.
- Magurran, A.E. 1988.** (ed) Ecological diversity and its measures. Princeton, Princeton University Press, 179p.
- Mendonça, F.A. 2000.** A tipologia climática: Gênese, características e tendências, p.21-62. In N.M.F. Stipp (ed.), Macrozoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (PR). Editora UEL, Londrina, 196p.
- Morato, E.F. 1994.** Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, sér. Zool.* 10: 95-105.
- Morato, E.F., M.V.B. Garcia & L.A.O. Campos. 1999.** Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Rev. Bras. Zool.* 16: 1213-1222.
- Murphy, H.T. & J. Lovett-Doust. 2004.** Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: Does the matrix matter? *Oikos* 105: 3-14.
- Neff, J.L. & B.B. Simpson. 1993.** Bees, pollination systems and plant diversity, p.143-147. In J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.), Hymenoptera and biodiversity. Wallingford, CAB International, 348p.
- Oliveira, M.L.O. 1999.** Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia Central. *Rev. Bras. Zool.* 16: 83-90.
- Oliveira, M.L.O. & L.A.O. Campos. 1995.** Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 12: 547-56.
- Peruquetti, R.C. & L.A.O. Campos. 1997.** Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Rev. Bras. Zool.* 14: 91-97.
- Peruquetti, R.C., L.A.O. Campos, C.D.P. Coelho, C.V.M. Abrantes & L.C.O. Lisboa. 1999.** Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: Abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Rev. Bras. Zool.* 16 (Supl. 2): 101-118.
- Powell, A.H. & G.N.N. Powell. 1987.** Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 19: 176-179.
- Raw, A. 1989.** The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). *Revta. Bras. Ent.* 33: 103-107.
- Rebêlo, J.M.M. & C.A. Garófalo. 1991.** Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 51: 787-799.
- Rebêlo, J.M.M. & C.A. Garófalo. 1997.** Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas Semidecíduas do Nordeste do estado de São Paulo. *An. Soc. Entomol. Brasil* 26: 243-255.
- Santos, A.M. & S.H. Sofia. 2002.** Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua no norte do estado do Paraná. *Acta Scientiarum* 24: 375-381.
- Siegel, S. 1981.** Estatística não-paramétrica: Para as ciências do comportamento. São Paulo, Ed. McGraw-Hill do Brasil, Ltda, 350p.
- Silva, F.S. & J.M.M. Rebêlo. 2002.** Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. *Braz. J. Biol.* 62: 15-23.
- Soares, F.S. & M.E. Medri. 2002.** Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi, p.69-79. In M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta (eds.), A bacia do rio Tibagi. Londrina, Editora dos Editores, 595p.
- Tonhasca A., G.S. Albuquerque & J.L. Blackmer. 2003.** Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *J. Trop. Ecol.* 19: 99-102.
- Tonhasca A., J.L. Blackmer & G.S. Albuquerque. 2002a.** Within-heterogeneity of euglossine bee populations: A re-evaluation of the evidence. *J. Trop. Ecol.* 18: 929-933.
- Tonhasca A., J.L. Blackmer & G.S. Albuquerque. 2002b.** Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 34: 416-422.
- Torezan, J.M. 2002.** Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi, p.103-107. In M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta (eds.), A bacia do rio Tibagi. Londrina, Editora dos Editores, 595p.
- Williams, N.H. & W.M. Whitten. 1983.** Orchid floral fragrances and male euglossine bees: Methods and advances in the

last sesquidecade. Biol. Bull. 164: 355- 395.

**Zar, J.H. 1996.** Biostatistical analysis. 3<sup>th</sup> ed. McElroy, W.D & C.P Swanson (eds.). New Jersey, USA, Prentice-Hall INC, Englewood Cliffs, 662p.

Biological observations on a neotropical bee, *Eulaema nigrata*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera: Apoidea). A comparative study. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Series VI 17: 271-380.

**Zucchi, R., J.M.F. Camargo & S.F. Sakagami. 1969.** *Received 08/07/03. Accepted 10/05/04.*

---