UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

**Estrutura genética e ecologia de comunidades das abelhas Euglossini
(Hymenoptera; Apidae) do Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual
da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, Brasil**

LEO CORREIA DA ROCHA FILHO

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP, como
parte das exigências para obtenção do título de
Doutor em Ciências - Área: Entomologia.

RIBEIRÃO PRETO / SP

2011

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Estrutura genética e ecologia de comunidades das abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) do Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, Brasil

LÉO CORREIA DA ROCHA FILHO

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências - Área: Entomologia.

“Versão Corrigida”

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

Coorientador: Prof. Dr. Marco Antonio del Lama

RIBEIRÃO PRETO / SP

2011

"Creio que os animais veem no homem um ser igual a eles que perdeu de forma extraordinariamente perigosa o seu intelecto animal, isto é, que veem nele um animal irracional, um animal que ri, um animal que chora, um animal infeliz". **Friedrich Nietzsche**

Won't Get Fooled Again

(The Who)

“We'll be fighting in the streets
With our children at our feet
And the morals that they worship will be gone
And the men who spurred us on
Sit in judgment of all wrong
They decide and the shotgun sings the song
I'll tip my hat to the new constitution
Take a bow for the new revolution
Smile and grin at the change all around me
Pick up my guitar and play
Just like yesterday
Then I'll get on my knees and pray
We don't get fooled again
The change, it had to come
We knew it all along
We were liberated from the foe, that's all
And the world looks just the same
And history ain't changed
'Cause the banners, they all flown in the next war
I'll tip my hat to the new constitution
Take a bow for the new revolution
Smile and grin at the change all around me
Pick up my guitar and play
Just like yesterday
Then I'll get on my knees and pray
We don't get fooled again
No, no!
I'll move myself and my family aside
If we happen to be left half alive
I'll get all my papers and smile at the sky
For I know that the hypnotized never lie
Do ya?
There's nothing in the street
Looks any different to me
And the slogans are replaced, by-the-bye
And the parting on the left
Is now the parting on the right
And the beards have all grown longer overnight
I'll tip my hat to the new constitution
Take a bow for the new revolution
Smile and grin at the change all around me
Pick up my guitar and play
Just like yesterday
Then I'll get on my knees and pray
We don't get fooled again
Don't get fooled again
No, no!
Meet the new boss
Same as the old boss”

Agradecimentos

Ao Prof. Carlos Alberto Garófalo, meu orientador, pela confiança; pela paciência; pelos ensinamentos e pela oportunidade de trabalho.

Ao Prof. Marco Antonio del Lama, meu coorientador, pela acessibilidade e parceira de trabalho e por permitir que parte deste estudo pudesse ser desenvolvida em seu laboratório em São Carlos.

Ao Prof. Jordi Bosch, meu “orientador-sanduíche”, o qual me aceitou como seu aluno e parceiro de trabalho em diversos projetos realizados em Barcelona.

À Cláudia Inês, pela amizade e por mais uma vez me auxiliar com a análise polínica das abelhas.

À Natália Cerântola, por me ensinar toda a metodologia referente às análises genéticas no Laboratório da UFSCar.

Ao Prof. Gabriel Melo (UFPR) e ao Luiz Roberto Faria (Nuno), pelo auxílio na identificação de algumas espécies de Euglossini.

A todos os botânicos que contribuíram com a identificação das espécies de plantas para o presente estudo: Lúcia Lohmann (USP) (Bignoniaceae); Rodrigo Singer (UFRGS) (Orchidaceae); Fátima Agra (UFPB) (Solanaceae e Rubiaceae); Daniela Maia (UFPR) (Commelinaceae); Marco Antônio Accardo Filho (UFRJ) (Pentaphragaceae); Vera Lis Uliana (ESALQ) (Marantaceae); Rosângela Bianchini (IBOT/SP) (Convolvulaceae); Rosana Romero (UFU) (Melastomataceae); André Nunes-Freitas (UFRRJ) (Bromeliaceae) e Ingrid Koch (UFSCar) (Apocynaceae).

Aos curadores dos herbários Washington Marcondes Ferreira (Unicamp); Milton Groppo (FFCLRP) e Júlio Lombardi (UNESP/Rio Claro), que permitiram a coleta de botões florais das exsiccatas para a composição do laminário de referência utilizado neste estudo.

A todo o pessoal do Parque Estadual da Ilha Anchieta, em especial à Mara, Nancy e Dio, pelo carinho e amizade.

Aos funcionários do Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Picinguaba pela oportunidade de trabalho nas áreas de estudo.

A toda a equipe da Base do Instituto Oceanográfico de Ubatuba, por permitirem nossas estadias durante todo o período de estudo.

Ao José Carlos Serrano e Edilson Simão, pelo apoio técnico e aos funcionários da USP: Inês, Denise, Fabiana, Renata, Verinha, Cidinha e Sebastião pelo auxílio a mim prestado.

À Aninha, minha amiga e companheira de coletas, te agradeço por todo o seu apoio em todos os momentos.

À Maria Juliana, Gisele e Patrícia. Obrigado pelos aniversários-surpresa, pela companhia

diária, pelas conversas jogadas fora e, principalmente, pela amizade e companheirismo.

A todos os amigos e colegas que conheci durante minha estada na FFCLRP/USP: Jeanny, Rita, Yara, Kátia, Ganso, Plésio, Michi, Sofia, Elinor, Juan, Alessandra, Thamara, Rafaela, Renato, Cris, Cris Krug, Guará, Alejandro, Morgana, Patrícia, Letícia, Denise, Letícia, Mariana, Marise, Elisa, Sávio, Ivan, Ana Rita, Camila, Vanessa, Marina, Daiana, Aline, Flávia, Elynton, Giovanna, Gabriel, Ricardo, Sidnei, Ludmila, Érika, Dani e Carol.

A todos meus colegas do Creaf, em Barcelona, durante minha estada para a realização do doutorado PDEE: Montse, Kike, Lucía, Ingrid, Teresa, Silvia, Irene, Helena, Sergio, Albert, Victor, Vicenç, Jorge, Joan, Jara, Elisenda, Carla, Rafael, Larissa, Virginia, Ana Martín, Ana Hereş, Anna Torné, Ana Revoltos, Alba, Marialba, Xavi, Anselm, César, Clara, Gianna, Maria, Marta, Rebeca, Laia, Gerard, Guille e Lasse.

Aos colegas da UFSCar com os quais convivi durante minhas idas ao Laboratório de Genética: Thaís, Sá, Camilla, Cínthia, Juliano, Juliana, Pedro, Otávio, Kátia, Keise, Luana, Tosha, Manu, Taís, Rê e Bel.

Aos meus amigos de Curitiba, sempre ao meu lado, mesmo à distância: Marcelo, Paschoal, Felipe, Dani, Mirian, Rose, Ju, Ana, Paola e Geane.

À Carla e ao Heitor, meus grandes amigos e à Bianca que, mesmo no Rio, sempre nos víamos quando voltava a Ribeirão, muito obrigado pela sua amizade.

À Fran, sempre presente em minha vida, obrigado por poder contar com você em todos os momentos.

À Bel, minha amiga, muito obrigado pelo seu carinho e apoio em todos os momentos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, à CAPES pelo suporte financeiro durante o doutorado PDEE e ao programa Biota/Fapesp pelo auxílio financeiro concedido para a realização das coletas de dados.

Sumário

Capítulo I - Ecologia de populações das espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) de áreas de Mata Atlântica do litoral norte de São Paulo.....p.2

Resumo.....	p.3
Abstract.....	p.4
Introdução.....	p.5
A Mata Atlântica Brasileira.....	p.5
As Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae).....	p.6
Objetivos.....	p.8
Objetivos Específicos.....	p.8
Material & Métodos.....	p.9
Áreas de Estudo.....	p.9
Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Picinguaba.....	p.9
Parque Estadual da Ilha Anchieta.....	p.10
Estrutura de Comunidades de Euglossini.....	p.13
Dados Climatológicos.....	p.21
Análise Estatística.....	p.21
Resultados.....	p.23
Discussão.....	p.40
Referências Bibliográficas.....	p.51

Capítulo II - Variação sazonal e geográfica na preferência por fragrâncias artificiais de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas litorâneas de Mata Atlântica.....p.71

Resumo.....	p.72
Abstract.....	p.73
Introdução.....	p.74
Objetivos.....	p.77
Objetivos Específicos.....	p.77
Material & Métodos.....	p.78
Áreas de Estudo.....	p.78
Iscas Artificiais.....	p.78
Análise Estatística.....	p.83
Resultados.....	p.84

Discussão.....	p.104
Referências Bibliográficas.....	p.110

Capítulo III - Recursos florais utilizados por espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em dois ecossistemas costeiros de Mata Atlântica.....p.123

Resumo.....	p.124
Abstract.....	p.125
Introdução.....	p.126
Objetivos.....	p.128
Objetivos Específicos.....	p.128
Material & Métodos.....	p.129
Áreas Estudadas.....	p.129
Observações e Coletas em Flores.....	p.129
Análise Polínica.....	p.129
Resultados.....	p.131
Observações em Flores.....	p.131
Polinários.....	p.138
Análise Polínica.....	p.142
Discussão.....	p.154
Referências Bibliográficas.....	p.160

Capítulo IV - Dispersão e fluxo de abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) entre uma área de planície litorânea continental e uma área insular no sudeste do Brasil.....p.172

Resumo.....	p.173
Abstract.....	p.174
Introdução.....	p.175
Objetivos.....	p.178
Objetivos Específicos.....	p.178
Material & Métodos.....	p.179
Espécies Estudadas.....	p.179
Extração de DNA.....	p.180
Microssatélites.....	p.180
Análise dos Dados.....	p.181
Resultados.....	p.182

Extração de DNA.....	p.182
Microssatélites.....	p.182
Análise dos Dados.....	p.182
Variabilidade Genética.....	p.182
Grau de Diferenciação Populacional.....	p.185
Distribuição da Variação Genética.....	p.185
Teste de <i>assignment</i>	p.186
Discussão.....	p.187
Referências Bibliográficas.....	p.192
Anexos.....	p.200

Lista de Tabelas

Capítulo I - Ecologia de populações das espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) de áreas de Mata Atlântica do litoral norte de São Paulo

Tabela 1. Espécies registradas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, município de Ubatuba, São Paulo, no período de agosto de 2007 a julho de 2009. N=Número de indivíduos coletados; os números entre parênteses indicam os valores de porcentagem de cada espécie.....p.23

Tabela 2. Fauna de abelhas Euglossini amostradas em levantamentos realizados em áreas de Mata Atlântica de diferentes localidades do estado de São Paulo. Ub*=Ubatuba (presente estudo), Ub=Ubatuba (Singer & Sazima, 2004), Ig=Iguape (Knoll *et al.*, 2004), Sa=Salesópolis (Wilms, 1995), Pi=Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006), Ju=Jundiá (Garófalo *et al.*, 1998), Mo=Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000), Ga=Gália (Serrano & Garófalo, 2008), Se=Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997), Ca=Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997), Ma=Matão (Jesus & Garófalo, 2000), Ri=Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004), Fr=Franca (Nascimento *et al.*, 2000), Pe=Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993), Pa=Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).....p.44

Tabela 3. Áreas de Mata Atlântica nas quais foram realizados levantamentos faunísticos da tribo Euglossini. N=Número de espécies, N/gên=Número de espécies por gênero, NI=Número de iscas aromáticas utilizadas, T=Tempo de amostragem. Ef.=*Eufriesea*, Eg.=*Euglossa*, El.=*Eulaema*, Ex.=*Exaerete*.....p.45

Capítulo II - Variação sazonal e geográfica na preferência por fragrâncias artificiais de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas litorâneas de Mata Atlântica

Tabela 1. Espécies de Euglossini coletadas nas iscas cineol, eugenol e vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. C=Cineol, E=Eugenol, V=Vanilina, T=Total de espécimes, P=Picinguaba e I=Ilha Anchieta.....p.86

Tabela 2. Espécies de Euglossini amostradas nas 11 iscas artificiais utilizadas durante os meses de agosto de 2008 a julho de 2009 nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. AA=Acetato de Amila, AB=Acetato de Benzila, BB=Benzoato de Benzila, BM=Benzoato de Metila, BI= β -Ionona, BY= β -Mirceno, BU=Butirato de Etila, CM=Cinamato de Metila, F=Feniletanol, L=Linalool, SM=Salicilato de Metila, T=Total de espécimes, P=Picinguaba e I=Ilha Anchieta...p.86

Tabela 3. Espécies de Euglossini amostradas na região de Ubatuba, SP. 1=Dados referentes ao estudo de Singer & Sazima (2004), realizado de fevereiro de 1999 a fevereiro de 2000 na região de Picinguaba; 2=Dados do presente estudo; C=Cineol; E=Eugenol; V=Vanilina; AA=Acetato de amila; AB=Acetato de benzila; BB=Benzoato de benzila; BM=Benzoato de metila; BI= β -Ionona; BY= β -Mirceno; BU=Butirato de etila; CM=Cinamato de metila; F=Feniletanol; L=Linalool; SM=Salicilato de metila.....p.87

Tabela 4. Espécies de Euglossini amostradas no cineol de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....p.88

Tabela 5. Espécies de Euglossini amostradas no cineol de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.88
Tabela 6. Espécies de Euglossini amostradas no eugenol de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.88
Tabela 7. Espécies de Euglossini amostradas no eugenol de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.89
Tabela 8. Espécies de Euglossini amostradas na vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.89
Tabela 9. Espécies de Euglossini amostradas na vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.89
Tabela 10. Espécies de Euglossini amostradas na β -ionona de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.89
Tabela 11. Espécies de Euglossini amostradas na β -ionona de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 12. Número de indivíduos coletados no acetato de amila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 13. Espécies de Euglossini amostradas no acetato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 14. Espécies de Euglossini amostradas no acetato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 15. Espécies de Euglossini amostradas no benzoato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 16. Espécies de Euglossini amostradas no benzoato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.90
Tabela 17. Número de indivíduos coletados no benzoato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 18. Número de indivíduos coletados no β -mirceno de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 19. Número de indivíduos coletados no butirato de etila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 20. Número de indivíduos coletados no butirato de etila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 21. Espécies de Euglossini amostradas no cinamato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 22. Espécies de Euglossini amostradas no cinamato de metila de agosto de 2008 a julho de	

2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 23. Espécies de Euglossini amostradas no feniletanol de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.91
Tabela 24. Número de indivíduos coletados no feniletanol de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.92
Tabela 25. Número de indivíduos coletados no linalool de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.92
Tabela 26. Espécies de Euglossini amostradas no salicilato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.....	p.92
Tabela 27. Número de indivíduos coletados no salicilato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.92
Tabela 28. Espécies de Euglossini amostradas em levantamentos realizados em áreas de Mata Atlântica de diferentes localidades do estado de São Paulo, com o uso dos compostos aromáticos cineol, eugenol e vanilina. Ub=Ubatuba (presente estudo), Pi=Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006), Ju=Jundiaí (Garófalo <i>et al.</i> , 1998), Mo=Mogi Guaçu (Camillo <i>et al.</i> , 2000), Ga=Gália (Serrano & Garófalo, 2008), Se=Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997), Ca=Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997), Ma=Matão (Jesus & Garófalo, 2000), Ri=Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004), Fr=Franca (Nascimento <i>et al.</i> , 2000), Pe=Pedregulho (Mateus <i>et al.</i> , 1993), Pa=Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000), C=Cineol, E=Eugenol, V=Vanilina, si=sem informações.....	p.100
Tabela 29. Valores de <i>P</i> e do Teste <i>G</i> de independência aferidos para as iscas artificiais cineol, eugenol, vanilina, acetato de benzila, benzoato de benzila, β -ionona, cinamato de metila, feniletanol e salicilato de metila. Os números em negrito evidenciam diferenças estatísticas significativas.....	p.102

Capítulo III - Recursos florais utilizados por espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em dois ecossistemas costeiros de Mata Atlântica

Tabela 1. Espécies de plantas visitadas e seus recursos florais coletados por abelhas Euglossini na região de Ubatuba entre agosto de 2007 e julho de 2009.....	p.132
Tabela 2. Espécies de plantas visitadas por abelhas Euglossini em Picinguaba no período de outubro de 2007 a julho de 2009. N=número de indivíduos coletados.....	p.132
Tabela 3. Espécies de plantas visitadas por abelhas Euglossini na Ilha Anchieta no período de abril de 2008 a julho de 2009. N=número de indivíduos coletados.....	p.133
Tabela 4. Características florais (forma, cor, simetria e deiscência das anteras) das 21 espécies de plantas estudadas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.134
Tabela 5. Espécies de Orchidaceae cujos polinários foram encontrados aderidos aos corpos de espécimes de Euglossini coletados em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. P=Picinguaba, I=Ilha Anchieta.....	p.139

Tabela 6. Espécies de Orchidaceae, seus recursos florais e áreas de ocorrência na região de Ubatuba, SP. P=Picinguaba, I=Ilha Anchieta.....	p.140
Tabela 7. Espécies de Orchidaceae associadas às abelhas da tribo Euglossini na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta (presente estudo).....	p.140
Tabela 8. Número de fêmeas de Euglossini coletadas em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, cujas amostras de pólen foram analisadas pelo método da acetólise.....	p.142
Tabela 9. Fêmeas de Euglossini coletadas ao longo do período compreendido de agosto de 2007 a julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Cada mês representa a soma dos dados coletados neste mesmo mês nos dois anos consecutivos.....	p.143
Tabela 10. Tipos polínicos encontrados nas amostras coletadas em fêmeas de Euglossini da região de Picinguaba e da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....	p.144
Tabela 11. Tipos polínicos encontrados nas amostras de fêmeas de Euglossini coletadas entre agosto de 2007 e julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Cada mês representa a soma dos dados coletados nos dois anos consecutivos.....	p.148

Capítulo IV - Dispersão e fluxo de abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) entre uma área de planície litorânea continental e uma área insular no sudeste do Brasil

Tabela 1. Parâmetros estimados para as populações de <i>Euglossa cordata</i> , <i>Euglossa stellfeldi</i> , <i>Eulaema nigrita</i> e <i>Eulaema cingulata</i> da Ilha Anchieta e Picinguaba. N=número de indivíduos analisados; A=número de alelos; Hd=diversidade gênica; He=heterozigosidade esperada; t= valores de t; P(t)=significância dos valores de t. I=Ilha Anchieta; P=Picinguaba.....	p.184
Tabela 2. Valores de Fst calculados para as populações de <i>Euglossa cordata</i> , <i>Euglossa stellfeldi</i> , <i>Eulaema nigrita</i> e <i>Eulaema cingulata</i> e valor de significância P.....	p.185
Tabela 3. Porcentagem da variação dos locos microssatélites presente nos diferentes níveis hierárquicos (populações e indivíduos), estimada por AMOVA, pelo teste de distância de Kimura (1983), para as populações de <i>Euglossa cordata</i> , <i>Euglossa stellfeldi</i> , <i>Eulaema nigrita</i> e <i>Eulaema cingulata</i> . P=significância.....	p.186
Tabela 4. Porcentagem da população que foi corretamente (“Própria”) e incorretamente (“Outra”) identificada pelo teste de <i>assignment</i>	p.186

Lista de Figuras

Capítulo I - Ecologia de populações das espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) de áreas de Mata Atlântica do litoral norte de São Paulo

- Figura 1.** Mapa de localização do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Picinguaba (Instituto Florestal, 2008).....p.10
- Figura 2.** Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA). A. Foto aérea do Parque (Fonte: Instituto Florestal, Aerolevantamento PPMA/Kfw 2000/01, 1:35000); B. Distribuição da vegetação no PEIA segundo Guillaumon *et al.* (1989) (Peralta, 2005).....p.12
- Figura 3.** Trilha do Picadão da Barra, localizada próximo ao km 9 da BR 101, em Picinguaba, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.....p.15
- Figura 4.** Trilha do Guanambi, presente no Núcleo Picinguaba da Praia da Fazenda, na altura do km 11 da BR 101, em Picinguaba, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.....p.16
- Figura 5.** Imagem de Satélite de Picinguaba, Ubatuba, SP. As setas brancas indicam as quilometragens da BR 10, ao passo que o traço branco evidencia a distância (em km) entre as duas áreas estudadas, Trilha do Guanambi (ponto verde) e Trilha do Picadão da Barra (ponto azul) (Google, 2008).....p.17
- Figura 6.** Trilha da Praia das Palmas, localizada na Praia das Palmas da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.....p.18
- Figura 7.** Trilha da Represa, situada atrás das ruínas do Presídio da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.....p.19
- Figura 8.** Imagem de Satélite da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. A seta amarela mostra a distância existente entre as áreas de coleta: Trilha da Praia das Palmas (ponto azul-marinho) e Trilha da Represa (ponto azul-claro) (Google, 2008).....p.20
- Figura 9.** Flutuação mensal da riqueza de espécies de Euglossini confrontada com os valores de precipitação acumulada (em mm) do município de Ubatuba, São Paulo.....p.24
- Figura 10.** Flutuação mensal da abundância de indivíduos de Euglossini coletados confrontada com os valores de precipitação acumulada (em mm) do município de Ubatuba, São Paulo.....p.25
- Figura 11.** Flutuação mensal das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (em °C) aferidas entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009 pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) para o município de Ubatuba, São Paulo.....p.25
- Figura 12.** Flutuação mensal da temperatura média mensal (em °C) e pluviosidade (em mm) aferidas entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009 pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) para o município de Ubatuba, São Paulo.....p.26
- Figura 13.** Curvas de rarefação com 1000 simulações da dominância de espécies de Euglossini para as áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo

de Confiança Alto.....	p.27
Figura 14. Curvas de rarefação com 1000 simulações do índice de Diversidade de Shannon-Wiener para espécies de Euglossini para as áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo de Confiança Alto.....	p.28
Figura 15. Curvas de rarefação com 1000 simulações da riqueza de espécies de Euglossini para as áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo de Confiança Alto.....	p.28
Figura 16. Dendrograma construído a partir dos dados dos coeficientes de Sørensen aferidos para as distintas áreas do estado de São Paulo quanto à composição de espécies de Euglossini. Ubatuba corresponde ao estudo desenvolvido por Singer & Sazima (2004), na região de Picinguaba, ao passo que Picinguaba refere-se aos dados obtidos no presente trabalho.....	p.29
Figura 17. Mapa do estado de São Paulo com as localidades nas quais levantamentos de Euglossini foram realizados: 1 – Ubatuba (presente estudo e Singer & Sazima, 2004); 2 – Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006); 3 – Salesópolis (Wilms, 1995); 4 – Iguape (Knoll <i>et al.</i> , 2004); 5 – Jundiaí (Garófalo <i>et al.</i> , 1998); 6 – Mogi Guaçu (Camillo <i>et al.</i> , 2000); 7 – Gália (Serrano & Garófalo, 2008); 8 – Matão (Jesus & Garófalo, 2000); 9 – Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997); 10 – Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004); 11 – Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997); 12 – Franca (Nascimento <i>et al.</i> , 2000); 13 – Pedregulho (Mateus <i>et al.</i> , 1993); 14 – Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).....	p.30
Figura 18. Porcentagem das espécies de Euglossini amostradas no município de Ubatuba, nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.31
Figura 19. Abundância das espécies de Euglossini coletadas nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009, no município de Ubatuba, São Paulo.....	p.32
Figura 20. Fenologia das espécies <i>Euglossa cordata</i> e <i>Euglossa stellfeldi</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.33
Figura 21. Fenologia das espécies <i>Euglossa iopoeila</i> e <i>Euglossa sapphirina</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.33
Figura 22. Fenologia das espécies <i>Euglossa roderici</i> e <i>Euglossa securigera</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.34
Figura 23. Fenologia das espécies <i>Euglossa fimbriata</i> , <i>Euglossa ioprosopa</i> , <i>Euglossa pleosticta</i> , <i>Euglossa truncata</i> e <i>Euglossa townsendi</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.34
Figura 24. Fenologia das espécies <i>Eulaema cingulata</i> e <i>Eulaema seabrai</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.35
Figura 25. Fenologia das espécies <i>Eulaema helvola</i> e <i>Eulaema nigrita</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....	p.36
Figura 26. Fenologia das espécies <i>Eulaema cingulata</i> e <i>Eulaema nigrita</i> amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2008.....	p.36

- Figura 27.** Fenologia das espécies do gênero *Eufriesea* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....p.37
- Figura 28.** Fenologia das espécies do gênero *Exaerete* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....p.38
- Figura 29.** Construção de alvenaria localizada na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, na qual foi observada uma fêmea de *Exaerete dentata* sobrevoando as paredes e o madeiramento, provavelmente em busca de ninhos de *Eufriesea* spp. para invadir. **Foto:** Léo Correia.....p.39

Capítulo II - Variação sazonal e geográfica na preferência por fragrâncias artificiais de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas litorâneas de Mata Atlântica

- Figura 1.** Mapa do estado de São Paulo com as localidades nas quais levantamentos de Euglossini que utilizaram somente as iscas artificiais cineol, eugenol e vanilina foram realizados: 1 – Ubatuba (presente estudo, dados referentes apenas ao primeiro ano); 2 – Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006); 3 – Jundiá (Garófalo *et al.*, 1998); 4 – Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000); 5 – Gália (Serrano & Garófalo, 2008); 6 – Matão (Jesus & Garófalo, 2000); 7 – Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997); 8 – Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004); 9 – Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997); 10 – Franca (Nascimento *et al.*, 2000); 11 – Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993); 12 – Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).....p.82
- Figura 2.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. truncata* coletados no eugenol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.93
- Figura 3.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. cordata* coletados no cineol e eugenol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.94
- Figura 4.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. sapphirina* coletados no cineol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.94
- Figura 5.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. iopoecila* coletados no cineol e eugenol em Picinguaba, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.95
- Figura 6.** Flutuação mensal dos indivíduos de *El. nigrita* coletados no cineol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.95
- Figura 7.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. stellfeldi* coletados no cineol, eugenol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.96
- Figura 8.** Flutuação mensal dos indivíduos de *El. cingulata* coletados no eugenol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.96
- Figura 9.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. cordata* coletados no acetato de amila, benzoato de benzila, β -ionona e cinamato de metila em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.....p.97
- Figura 10.** Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. stellfeldi* coletados no benzoato de benzila e β -

ionona em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.....p.97

Figura 11. Flutuação mensal dos indivíduos de *El. cingulata* coletados no acetato de benzila, β -ionona, butirato de etila e feniletanol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.....p.98

Figura 12. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. roderici* coletados no benzoato de benzila, benzoato de metila, β -ionona, cinamato de metila e salicilato de metila em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.....p.98

Figura 13. Flutuação mensal das espécies de Euglossini coletadas no cineol em Picinguaba, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.....p.101

Capítulo III - Recursos florais utilizados por espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em dois ecossistemas costeiros de Mata Atlântica

Figura 1. Espécies de plantas nas quais foram observadas visitas de abelhas Euglossini em Ubatuba, SP, entre os meses de outubro de 2007 a julho de 2009. 1-*Adenocalymma comosum*, 2-*Alpinia zerumbet*, 3-*Anthurium andraeanum*, 4-*Calathea cylindrica*, 5-*Calathea monophylla*, 6-*Canistropsis seidelii*, 7-*Carica papaya*, 8-*Clitoria fairchildiana*, 9-*Dichorisandra hexandra*, 10-*Impatiens walleriana*, 11-*Ipomoea tiliacea*, 12-*Jacaranda puberula*, 13-*Mandevilla hirsuta*, 14-*Sabicea cinerea*, 15-*Solanum insidiosum*, 16-*Stachytarpheta cayennensis*, 17-*Temnadenia odorifera*, 18-*Ternstroemia brasiliensis*, 19-*Thunbergia alata*, 20-*Tibouchina clavata* e 21-*Tibouchina regnellii*. Fotos: Léo Correia.....p.136

Figura 2. Meses nos quais foram coletadas abelhas em flores de 21 espécies de plantas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.....p.137

Figura 3. Meses nos quais foram registrados polinários aderidos a machos de Euglossini coletados no período de setembro de 2007 a julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.....p.139

Figura 4. Esquema de conexões entre as espécies de orquídeas e as abelhas Euglossini da região de Ubatuba, SP, com base em dados do presente trabalho e dos estudos de Singer & Sazima (2001) e (2004); Pansarin *et al.* (2006) e Pansarin & Amaral (2009).....p.141

Figura 5. Tipos polínicos identificados nas amostras de pólen retiradas de fêmeas de Euglossini coletadas em Ubatuba, SP. 1-*Thunbergia grandiflora*, 2-*Mandevilla hirsuta*, 3-*Impatiens walleriana*, 4-*Stizophyllum perforatum*, 5-*Tabebuia* sp., 6-*Aechmea pectinata*, 7-*Billbergia pyramidalis*, 8-*Canistropsis seidelii*, 9-*Carica papaya*, 10-*Kielmeyera petiolaris*, 11-*Dichorisandra hexandra*, 12-*Dichorisandra thyrsiflora*, 13-*Costus arabicus*, 14-*Dalechampia ficifolia*, 15-*Clitoria fairchildiana*. Fotos: Cláudia Inês da Silva.....p.152

Figura 6. Tipos polínicos identificados nas amostras de pólen retiradas de fêmeas de Euglossini coletadas em Ubatuba, SP. 1-*Inga marginata*, 2-*Senna pendula*, 3-*Nematanthus fissus*, 4-*Heliconia angusta*, 5-*Tibouchina clavata*, 6-*Tibouchina* cf. *pulchra*, 7-*Eucalyptus saligna*, 8-*Eugenia* cf. *fusca*, 9-*Plinia edulis*, 10-*Ternstroemia brasiliensis*, 11-*Randia armata*, 12-*Sabicea cinerea*, 13-*Solanum americanum*, 14-*Solanum insidiosum*, 15-*Stachytarpheta cayennensis*. Fotos: Cláudia Inês da Silva.....p.153

Capítulo I

Ecologia de comunidades das espécies de
Euglossini (Hymenoptera, Apidae) de áreas
de Mata Atlântica do litoral norte de São
Paulo

RESUMO

A Mata Atlântica é considerada uma das grandes prioridades para a conservação de biodiversidade em todo o continente americano. Este bioma é um dos oito *hotspots* do planeta e caracteriza-se pelo alto grau de endemismo e pela alta diversidade de espécies que encerra. As abelhas Euglossini estão restritas à região Neotropical, com uma faixa de distribuição que se estende desde o Norte do México até a província de Córdoba, na Argentina. As espécies dessa tribo são abundantes em florestas tropicais úmidas/chuvosas e florestas subtropicais da América Central e América do Sul onde ocorrem em maior diversidade. Em virtude do alto impacto causado pelas ações humanas em áreas de Mata Atlântica e o pouco que se conhece sobre sua diversidade, este trabalho propõe um estudo geral sobre a estrutura das comunidades de espécies de Euglossini presentes em uma área de planície litorânea continental, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Picinguaba (PESM), e uma área insular, Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), no município de Ubatuba, norte de São Paulo, Brasil. O PESM abrange uma área de aproximadamente 47.500 hectares e quase todos os ecossistemas da Mata Atlântica são encontrados em seus domínios. O PEIA cobre toda a extensão da Ilha Anchieta (828 hectares), distante cerca de 600 m do continente. As coletas foram realizadas mensalmente, de Agosto/2007 a Julho/2009, com o uso de 14 compostos aromáticos utilizados como iscas artificiais para a atração de machos, além de indivíduos coletados em flores. Mil quinhentos e setenta e seis espécimes (73 fêmeas e 1503 machos), pertencentes a 24 espécies, foram registrados no presente trabalho. A espécie mais abundante foi *Euglossa cordata* (36,4%), seguida por *Euglossa iopoecila* (13,9%) e *Euglossa sapphirina* (13,3%). Dezoito espécies foram amostradas na Ilha Anchieta, sendo que quatro delas foram exclusivas desta área, ao passo que 20 espécies foram amostradas no PESM e seis delas foram registradas apenas neste local. Na Ilha Anchieta, *Eg. cordata* representou 63,2%, quase dois terços do total de espécies coletadas. Já em Picinguaba, *Eg. iopoecila* (23,0%) e *Eg. sapphirina* (21,0%) foram as duas espécies dominantes. A espécie *Eg. iopoecila*, a mais abundante na área continental, não foi registrada na Ilha e *Eg. sapphirina*, a segunda espécie mais frequente no PESM, foi representada apenas por nove indivíduos na Ilha Anchieta e por 200 em Picinguaba. Estes dados sugerem que essas duas espécies podem atuar como bioindicadores de ambientes preservados, como sugerido para outras espécies de Euglossini. Por outro lado, alguns autores evidenciaram que *Eg. cordata* é uma espécie favorecida por ambientes perturbados, o que pode estar associado à sua alta abundância na Ilha Anchieta. Dados de literatura mostram que há um sinal evidente de perturbação ambiental, além da perda de espécies, é a dominância de algumas espécies. A Ilha Anchieta apresenta um longo histórico de ocupação humana e diversas espécies de plantas e animais foram introduzidos em seus domínios.

Palavras-chave: Bioindicadores, Euglossini, Mata Atlântica.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is considered as one of the highest priorities for the conservation of biodiversity in the American continent. This biome is one of the eight biodiversity hotspots in the world and is characterized by high species diversity and endemism. Euglossini bees are restricted to the Neotropics, with a geographic range that extends from northern Mexico to the Córdoba Province in Argentina. Species from this tribe are abundant in humid and rainy tropical forests and in sub-tropical forests of Central and South America, where their diversity is high. Due to the high impact caused by human activities in the Atlantic Forest and the poor knowledge on its biodiversity, in the present study we assessed the community structure of the Euglossini in a coastal lowland area: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Picinguaba (PESM); and in an insular area: Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), Ubatuba, both located in northern São Paulo State, Brazil. PESM has an area of approximately 47.500 ha and almost all ecosystems of the Atlantic Forest are found within its domains. PEIA covers all the extension of the Anchieta Island (828 ha), about 600 m away from the continent. Sampling was carried out monthly, from August 2007 to July 2009, using artificial baits with 14 aromatic compounds to attract males, as well as by collecting individuals on flowers. One thousand five hundred and seventy-six specimens (73 females and 1,503 males), represented by 24 species were recorded. The most abundant species was *Euglossa cordata* (36.4%), followed by *Euglossa iopoecila* (13.9%) and *Euglossa sapphirina* (13.3%). Eighteen species were sampled on Anchieta Island and four of them were exclusive to this area; whereas 20 species were sampled in PESM and six of them were only recorded there. On Anchieta Island, *E. cordata* represented almost two thirds of the total species collected (63.2%). In Picinguaba, *E. iopoecila* (23.0%) and *E. sapphirina* (21.0%) were the dominant species. *E. iopoecila*, the most abundant species in the continental area, was not recorded on the island, and *E. sapphirina*, the second most frequent species in PESM, was represented only by nine individuals on Anchieta Island and by 200 in Picinguaba. Results suggest that these two species may act as bioindicators of preserved environments, as suggested for other Euglossini species. However, some authors evidenced that *E. cordata* is favored by disturbed environments, which may be associated with its high abundance on Anchieta Island. Other studies show that an evident sign of environmental perturbation, besides species loss, is the dominance of some species. Anchieta Island exhibits a long history of human occupation and several plant and animal species were introduced there.

Keywords: Atlantic forest, bioindicators, orchid bees.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica Brasileira

Um dos principais obstáculos à conservação da biodiversidade nas regiões tropicais tem sido o pouco conhecimento sobre as espécies e comunidades naturais, especialmente nas regiões de alto impacto antrópico. As necessidades cotidianas de tomada de decisões sobre como e o que conservar colidem com a falta de informações básicas que assegurem a execução de estratégias bem sucedidas para a preservação da biota natural (Cavalcanti, 2001). Esta precariedade de informações é mais acentuada em regiões megadiversas, dentre elas destaca-se o Brasil, nas quais a rapidez de alterações ambientais de grande escala confere maior urgência à necessidade de reconhecimento de sua biota (Lewinsohn *et al.*, 2001).

A Mata Atlântica é considerada uma das grandes prioridades para a conservação de biodiversidade em todo o continente americano. Distribuído por mais de 17 estados brasileiros, este bioma é composto por uma série de fitofisionomias bastante diversificadas, que são determinadas pela proximidade da costa, relevo, tipos de solo e regimes pluviométricos. Essas características foram responsáveis pela evolução de um rico complexo biótico de natureza florestal. A Mata Atlântica, juntamente com o bioma Cerrado, está entre os oito *hotspots* do planeta e caracteriza-se pelo alto grau de endemismos e pela alta diversidade de espécies que encerra (Myers *et al.*, 2000). Após a chegada dos primeiros europeus ao Brasil e consequente processo de colonização, esse bioma vem sofrendo um alto processo de devastação, principalmente devido às atividades industriais, agrícolas e urbanização, de forma que mais de 70% da população brasileira está concentrada em seus domínios (MMA, 2000). Atualmente, os remanescentes da floresta atlântica não chegam a 8% da cobertura original e, a despeito de seu *status* de área prioritária para conservação, esses locais ainda estão severamente ameaçados, pois se localizam nos arredores dos grandes centros urbanos do país ou estão cercados por plantios de café, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae); laranja, *Citrus x sinensis* Osbeck (Rutaceae); cana-de-açúcar,

Saccharum officinarum L. (Poaceae) e eucalipto, *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) (Dean, 1995; Jorge & Garcia, 1997; Ranta *et al.*, 1998; Morellato & Haddad, 2000).

No Estado de São Paulo, uma grande parcela das maiores e mais expressivas áreas brasileiras de Mata Atlântica é preservada e tutelada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Leitão-Filho, 1994) e, dentre elas, está o Parque Estadual da Serra do Mar. Com quase 315 mil hectares, numa extensão que vai desde a divisa de São Paulo com o Rio de Janeiro até o município de Itariri, no sul do Estado, passando por toda a faixa litorânea, o Parque Estadual da Serra do Mar, criado em 1977, representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil. Como resultado de um *workshop* ocorrido em 1999, o documento elaborado pelo governo brasileiro e denominado: “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos”, indicou 146 áreas prioritárias para a conservação de invertebrados na Mata Atlântica e Campos Sulinos. Dentre aquelas áreas prioritárias, a Serra do Mar, juntamente com outras 59 áreas, foi considerada como de extrema importância biológica, devido ao conhecimento escasso dos invertebrados em sua área. Como recomendação, aquele documento sugere um esforço para inventariar as áreas, avaliar a possibilidade de proteção e manejo, e fundamentar a conservação efetiva daquelas de maior valor biológico (MMA, 2000).

As abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae)

As abelhas da tribo Euglossini (Hymenoptera, Apidae) estão restritas ao continente americano, com uma faixa de distribuição que se estende desde o sul dos Estados Unidos e Norte do México até a província de Córdoba, na Argentina (Pearson & Dressler, 1985; Minckley & Reyes, 1996). As espécies dessa tribo são comuns em florestas tropicais úmidas e florestas subtropicais da América Central e América do Sul onde ocorrem em maior diversidade (Dressler, 1982a). De acordo com Kimsey (1987), a tribo é constituída por cinco gêneros, a saber: *Euglossa* Latreille, 1802; *Eufriesea* Cockerell, 1908; *Eulaema* Lepeletier, 1841 com espécies de vida livre, e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 e *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825 representados somente por

espécies cleptoparasitas de *Eufriesea* spp. e *Eulaema* spp., e *Eulaema nigrita* Lepeletier, 1841, respectivamente (Myers, 1935; Myers & Loveless, 1976; Garófalo & Rozen, 2001).

No Brasil, levantamentos apifaunísticos e estudos relacionados à ecologia e etologia dos Euglossini foram conduzidos na região amazônica, nos estados do Amazonas (Becker *et al.*, 1991; Morato *et al.*, 1992; Oliveira & Campos, 1995), Acre (Nemésio & Morato, 2004), Roraima (Nemésio, 2005), Mato Grosso (Anjos-da-Silva, 2006) e Maranhão (Rebêlo & Cabral, 1997; Rebêlo & Silva, 1999; Silva & Rebêlo, 2002) e em diversos fragmentos ou remanescentes de Mata Atlântica nas regiões Nordeste (Neves & Viana, 1997; 1999; Bezerra & Martins, 2001; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005), Sudeste (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Bonilla-Gómez, 1999; Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002) e Sul (Wittmann *et al.*, 1988; Sofia *et al.*, 2004; Sofia e Suzuki, 2004). Entretanto, há ainda uma grande variedade de regiões nas quais a composição faunística de abelhas Euglossini é pouco conhecida, como a planície litorânea e as encostas da Serra do Mar do Estado de São Paulo. Nessas áreas, Wilms (1995) e Knoll *et al.* (2004) realizaram levantamentos da melissofauna regional, contando com 13 e nove espécies de Euglossini amostradas, respectivamente, enquanto Singer & Sazima (2004) registraram 15 espécies de abelhas euglossíneas através de observações em flores e com o uso de iscas aromáticas.

Como Singer & Sazima (2004) priorizaram o estudo das relações entre as abelhas Euglossini e as espécies de orquídeas da Mata Atlântica de Picinguaba, em Ubatuba, SP, o presente trabalho, desenvolvido também na mesma área e na Ilha Anchieta, propôs um estudo geral sobre a ecologia dessas abelhas através de levantamentos realizados no período de dois anos, com o intuito de amostrar a fauna de Euglossini de uma das regiões mais preservadas de Mata Atlântica do país (Leitão-Filho, 1994), além de fornecer informações a respeito da sazonalidade das espécies e sua ocorrência em duas áreas caracterizadas por distintos graus de preservação ambiental e influência antrópica.

2. OBJETIVOS

Tendo em vista os altos níveis de degradação sofridos pela floresta atlântica e o pouco que se conhece sobre a sua biodiversidade, este trabalho propôs um estudo geral sobre a ecologia das comunidades de Euglossini presentes em uma área de planície litorânea continental, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Picinguaba, e uma área insular, Parque Estadual da Ilha Anchieta, no município de Ubatuba, norte de São Paulo, Brasil.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as espécies que compõem as comunidades de Euglossini em uma área continental (Núcleo Picinguaba – PE da Serra do Mar) e uma área insular (PE da Ilha Anchieta) e avaliar suas similaridades.
- Determinar a abundância e fenologia das espécies de cada uma das comunidades, identificando a ocorrência ou não de padrões sazonais.
- Avaliar a diversidade de espécies em cada uma das comunidades e compará-las quanto aos valores obtidos.
- Comparar a fauna de Euglossini amostrada na região de Ubatuba (Picinguaba e Ilha Anchieta) com os dados de levantamentos desenvolvidos em outras áreas de Mata Atlântica do estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Wilms, 1995; Garófalo *et al.*, 1998, Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Knoll *et al.*, 2004; Singer & Sazima, 2004; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi conduzido no município de Ubatuba, SP, em duas áreas distintas: Área 1 – Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) - Núcleo Picinguaba e Área 2 – Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA).

3.1.1. Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba

No Município de Ubatuba, o Parque Estadual da Serra do Mar abrange uma área de aproximadamente 47.500 ha., administrada a partir de um Núcleo operacional localizado no distrito de Picinguaba, fronteira com o Estado do Rio de Janeiro. Em seus arredores são encontrados, praticamente, todos os ecossistemas representativos da Mata Atlântica, desde manguezais e vegetação de planície litorânea, com alta diversidade, até pequenas ocorrências de campos de altitude nos seus pontos culminantes, como a Pedra do Espelho (1670m) e os picos do Corcovado (1150m) e Cuscuzeiro (1275m) em Ubatuba. É o único trecho do PESM que atinge o nível do mar, protegendo assim os ecossistemas costeiros. Trata-se de um ponto ambientalmente estratégico por unir o PESM com o Parque Nacional da Serra da Bocaina, através de uma sobreposição das duas unidades, integrando ambas a um conjunto formado ainda pela Área de Proteção Ambiental do Cairuçu e Reserva Ecológica da Joatinga, já no município de Parati/RJ. O distrito de Picinguaba conta com aproximadamente 8000 ha. de Floresta Atlântica e está localizado em um dos pontos turísticos mais importantes do estado de São Paulo, distando cerca de 40 km do município de Ubatuba, SP (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Picinguaba (Instituto Florestal, 2008).

3.1.2. Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA)

O Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA) foi criado em 29 de março de 1977, em terras de domínio público, através do Decreto Estadual 9629, de acordo com o estabelecido pelo Artigo 5º da Lei 4771 da legislação brasileira, de 15 de setembro de 1965. Foi tombada pela Secretaria da Cultura através da Resolução nº. 40, de 6 de junho de 1985, a qual visa a preservação da natureza e a manutenção da qualidade ambiental da Encosta Atlântica e das Ilhas do litoral Paulista.

A Ilha Anchieta está localizada no litoral norte do estado de São Paulo (45'02° – 45'05° W e 23'31° – 23'34° S), a cerca de 600m do continente, na costa do município de Ubatuba. O acesso principal ao Parque é realizado pela enseada das Palmas, distante 8km a partir da marina do Saco da Ribeira, na Baía do Flamengo. O parque estadual ocupa toda a extensão da Ilha, abrangendo 828 ha.

O clima da Ilha segue o ritmo da região norte do estado de São Paulo. Dois fatores estáticos têm influência decisiva sobre o clima regional: a posição geográfica e o relevo. Está na zona tropical sob influência do Atlântico e recebe forte radiação solar. O regime estacional é típico das regiões de clima tropical, onde o máximo pluviométrico, bem como as temperaturas mais altas, ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro e março (30-35°C) e o menor volume de chuvas e as temperaturas mínimas são registrados em julho (14-18°C), com temperatura média anual variando entre 22° a 24°C. A precipitação total anual média está ao redor de 2104 mm e a umidade relativa anual média em 84,8%. O Parque possui apenas um riacho perene na área de restinga. A topografia é montanhosa e acidentada, predominando declividades superiores a 24°. Aquelas inferiores a 6° prevalecem junto às praias Grande e a do Presídio, de modo que as intermediárias ocupam setores pouco expressivos, correspondendo aos fundos de vale e aos topos aplainados. A vegetação encontrada na Ilha Anchieta está descrita segundo Guillaumon *et al.* (1989) e segue Rizzini (1977): Campo antrópico: cuja vegetação dominante é herbácea e as famílias mais comumente encontradas são Poaceae, Melastomataceae e algumas pteridófitas; Costão rochoso: caracterizado pelo predomínio de estrato herbáceo e ralo, com altos índices de umidade e luminosidade, cujas famílias mais comuns são Araceae, Marantaceae, Sapindaceae, Rubiaceae, Piperaceae, Bromeliaceae, Fabaceae, Cactaceae e Arecaceae; Floresta Atlântica: floresta atlântica densa, no setor nordeste da ilha, e floresta atlântica rala, na região sudoeste, as quais são compostas, predominantemente, pelas as famílias Fabaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Flacourtiaceae, Clusiaceae, Araceae, Malvaceae, Bignoniaceae, Piperaceae, Polypodiaceae e Urticaceae; Gleichenial: manchas densas de vegetação formada por

indivíduos da família *Gleicheniaceae*; Manguezal: vegetação pouco expressiva com alguns indivíduos de *Avicennia* L. (*Avicenniaceae*) e *Acrostichum* L. (*Acrostichaceae*); e Restinga: cuja vegetação varia de esparsa até a transição com mata latifoliada; sendo que as famílias mais encontradas são *Bromeliaceae*, *Myrtaceae*, *Anacardiaceae*, *Cyperaceae*, *Araceae*, *Cactaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Arecaceae*, *Polypodiaceae* e *Gleicheniaceae* (Peralta, 2005) (Figura 2).

Figura 2. Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA). A. Foto aérea do Parque (Fonte: Instituto Florestal, Aerolevantamento PPMA/Kfw 2000/01, 1:35000); B. Distribuição da vegetação no PEIA segundo Guillaumon *et al.* (1989) (Peralta, 2005).

3.2. ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE EUGLOSSINI

As coletas foram realizadas mensalmente, entre às 9:00 e 15:00h, no período de agosto de 2007 a julho de 2009, em trilhas de aproximadamente 50m de extensão, localizadas na borda de áreas de mata. As áreas sob estudo foram amostradas em dias subsequentes, ou seja, um dia em Picinguaba e no dia seguinte na Ilha Anchieta.

Em Picinguaba, durante o primeiro ano de estudos, de agosto de 2007 a julho de 2008, as coletas foram realizadas na Trilha do Picadão da Barra (S 23°21'51.7" e W 44°49'56.9", 3m) (Figura 3), que está localizada próximo ao km 9 da rodovia BR 101. No segundo ano, de agosto de 2008 a julho de 2009, por sua vez, as coletas foram conduzidas na Trilha do Guanambi (S 23°21'37.0" e W 44°50'52.9", 3m) (Figura 4), situada nos domínios da base do Núcleo Picinguaba do PESM da Praia da Fazenda, presente no km 11 da BR 101. As duas áreas estudadas distam aproximadamente 1,6km entre si (Figura 5). Na Ilha Anchieta, as coletas do primeiro ano de estudos foram realizadas na Trilha da Praia das Palmas (S 23°32'25.0" e W 45°04'15.5", nível do mar) (Figura 6), ao passo que, no segundo ano, a Trilha da Represa (S 23°32'27.3" e W 45°03'58.9", 18m) (Figura 7) foi a área selecionada para a realização das coletas de dados. A distância entre as duas trilhas estudadas na Ilha Anchieta é de aproximadamente 450m (Figura 8).

Para a atração dos machos de Euglossini, foram utilizados os seguintes compostos químicos: acetato de amila, acetato de benzila, benzoato de benzila, benzoato de metila, β -ionona, β -mirceno, butirato de etila, cinamato de metila, cineol, eugenol, feniletanol, linalool, salicilato de metila e vanilina. No primeiro ano de estudos, em ambas as áreas, foram utilizadas apenas as essências cineol, eugenol e vanilina ao passo que as outras onze fragrâncias foram usadas no segundo ano de estudos. Este uso diferencial das iscas-odores permitiu a comparação dos dados obtidos no primeiro ano com informações resultantes de levantamentos de Euglossini realizados em áreas de Mata Atlântica no Estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo,

1991; 1997; Garófalo *et al.*, 1998; Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008), uma vez que nestes trabalhos também foram utilizadas apenas os compostos cineol, eugenol e vanilina. As iscas foram confeccionadas a partir de um chumaço de papel absorvente amarrado com barbante que era afixado nas ramagens das árvores a uma altura de 1,5m do solo, e que distavam 2m entre si, segundo a metodologia utilizada por Rebêlo & Garófalo (1991). Além dos machos capturados nas iscas-odores, também foram coletados indivíduos em voo, em flores e mesmo fêmeas que estivessem coletando recursos para a construção dos ninhos, como barro e resina. As abelhas foram capturadas com auxílio de rede entomológica e colocadas em frascos individuais que continham informações concernentes à data, local, isca e horário de coleta. Além dos indivíduos coletados nas iscas aromáticas, fêmeas e machos observados em flores de espécies vegetais presentes nas adjacências das trilhas estudadas, bem como fêmeas que coletavam recursos utilizados na construção de ninhos, como barro e resina, assim como as fêmeas cleptoparasitas que voavam à procura de ninhos para atacar também foram amostrados e coletados. Todos os indivíduos coletados foram mortos em álcool etílico 96% a fim de se preservá-los para análises moleculares realizadas *a posteriori*. Todos os espécimes coletados foram depositados como material testemunho na coleção Entomológica do Departamento de Biologia – Setor de Ecologia, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – FFCLRP/USP. A identificação dos exemplares coletados foi realizada com base nas chaves de (Kimsey, 1979, 1982; Dressler, 1982b; Bonilla-Gómez & Nates-Parra, 1992; Rebêlo & Moure, 1996; Oliveira, 2006; Faria Jr & Melo, 2007; Nemésio, 2009) e seguiu os critérios de distribuição das espécies do Catálogo de Abelhas Moure (Moure *et al.*, 2008).

Figura 3. Trilha do Picadão da Barra, localizada próximo ao km 9 da BR 101, em Picinguaba, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.

Figura 4. Trilha do Guanambi, presente no Núcleo Picinguaba da Praia da Fazenda, na altura do km 11 da BR 101, em Picinguaba, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.

Figura 5. Imagem de Satélite de Picinguaba, Ubatuba, SP. As setas brancas indicam as quilometragens da BR 101, ao passo que o traço branco evidencia a distância (em km) entre as duas áreas estudadas, Trilha do Guanambi (ponto verde) e Trilha do Picadão da Barra (ponto azul) (Google, 2008).

Figura 6. Trilha da Praia das Palmas, localizada na Praia das Palmas da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.
Foto: Léo Correia.

Figura 7. Trilha da Represa, situada atrás das ruínas do Presídio da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Foto: Léo Correia.

Figura 8. Imagem de Satélite da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. A seta amarela mostra a distância existente entre as áreas de coleta: Trilha da Praia das Palmas (ponto azul-marinho) e Trilha da Represa (ponto azul-claro) (Google, 2008).

3.3. DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados climatológicos (temperatura média mensal, média das temperaturas máximas mensais, média das temperaturas mínimas mensais e precipitação acumulada) do município de Ubatuba foram obtidos junto ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) do estado de São Paulo.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A abundância total das espécies, dada pelo número de machos, foi submetida ao método de rarefação, que estima a riqueza em espécies para um número padronizado de machos, utilizando-se o programa EcoSim (Gotelli & Entsminger, 2004). A partir desses dados foram construídas curvas de rarefação que permitiram analisar se existe diferença na riqueza em espécies entre as áreas e entre as diferentes estações em cada área, bem como se há diferenças na dominância de espécies para cada local estudado.

Para calcular os índices de diversidade de espécies (obtidos pelo número de machos coletados) foi utilizada a função Shannon-Wiener, e os índices foram comparados pelo teste *t* de Hutcheson (1970), utilizando-se o programa Bio-Dap (Magurran, 1988). Os índices de uniformidade foram calculados segundo Pielou (1966). A fim de se estimar quais seriam as espécies dominantes de ambos os sítios estudados, foram calculados o índice de Simpson e o índice de dominância de Berger-Parker através do programa Bio-Dap (Magurran, 1988). Para comparações a respeito da composição das comunidades das áreas estudadas foi utilizado o coeficiente de Sørensen (Sørensen, 1948) e o coeficiente de Jaccard, calculados através do programa estatístico Bio-Dap (Magurran, 1988). Para analisar a similaridade entre as faunas das duas áreas, considerando-se a abundância relativa dos machos coletados, foi utilizado o coeficiente de similaridade quantitativa de Morisita (Morisita, 1959). A fim de se discutir e analisar os

resultados a serem obtidos neste trabalho com os dados já conhecidos de outras áreas do estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Wilms, 1995; Garófalo *et al.*, 1998, Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Knoll *et al.*, 2004; Singer & Sazima, 2004; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008), foi feita a análise de agrupamento pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Averages) (Romesburg, 1984), utilizando o programa estatístico MVSP 3.1. As análises de agrupamentos foram realizadas a partir da matriz binária de similaridade de Sørensen, já que este coeficiente desconsidera a abundância e, dessa maneira, minimiza as discrepâncias oriundas do esforço amostral dos estudos realizados por outros autores. Para efeitos de comparação e visualização, foi gerado um mapa com todas as já mencionadas localidades de estudo através do software ArcView GIS. 3.2a.

4. RESULTADOS

Foram amostrados 1576 indivíduos pertencentes a quatro gêneros (*Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*) e 24 espécies (Tabela 1). Em Picinguaba, os valores de riqueza específica e abundância foram 20 e 951, respectivamente, ao passo que na Ilha Anchieta, foram coletados 625 exemplares distribuídos em 18 espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies registradas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, município de Ubatuba, São Paulo, no período de agosto de 2007 a julho de 2009. N=Número de indivíduos coletados; os números entre parênteses indicam os valores de porcentagem de cada espécie.

Espécies	Picinguaba	Ilha Anchieta	Total (N)
<i>Eufriesea auriceps</i> (Friese, 1899)	-	1 (0,16%)	1 (0,06%)
<i>Eufriesea danielis</i> (Schrottky, 1907)	3 (0,32%)	-	3 (0,19%)
<i>Eufriesea dentilabris</i> (Mocsáry, 1897)	14 (1,47%)	-	14 (0,89%)
<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius, 1787)	-	1 (0,16%)	1 (0,06%)
<i>Eufriesea smaragdina</i> (Perty, 1833)	2 (0,21%)	5 (0,80%)	7 (0,44%)
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	8 (0,84%)	3 (0,48%)	11 (0,70%)
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	-	2 (0,32%)	2 (0,13%)
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	179 (18,82%)	395 (63,20%)	574 (36,42%)
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	3 (0,32%)	1 (0,16%)	4 (0,25%)
<i>Euglossa iopoecila</i> Dressler, 1982	219 (23,03%)	-	219 (13,90%)
<i>Euglossa ioprosopa</i> Dressler, 1982	8 (0,84%)	1 (0,16%)	9 (0,57%)
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	4 (0,42%)	-	4 (0,25%)
<i>Euglossa roderici</i> Nemésio, 2009	61 (6,41%)	5 (0,80%)	66 (4,19%)
<i>Euglossa sapphirina</i> Moure, 1968	200 (21,03%)	9 (1,44%)	209 (13,26%)
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	7 (0,74%)	1 (0,16%)	8 (0,51%)
<i>Euglossa stellfeldi</i> Moure, 1947	39 (4,10%)	82 (13,12%)	121 (7,68%)
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	23 (2,42%)	7 (1,12%)	30 (1,90%)
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	4 (0,42%)	-	4 (0,25%)
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	144 (15,14%)	54 (8,64%)	198 (12,56%)
<i>Eulaema helvola</i> Moure, 2003	1 (0,11%)	6 (0,96%)	7 (0,44%)
<i>Eulaema nigrata</i> Lepeletier, 1841	15 (1,58%)	12 (1,92%)	27 (1,71%)
<i>Eulaema seabrai</i> Moure, 1960	13 (1,37%)	39 (6,24%)	52 (3,30%)
<i>Exaerete dentata</i> (Linnaeus, 1758)	-	1 (0,16%)	1 (0,06%)
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	4 (0,42%)	-	4 (0,25%)
Total (N)	951	625	1576

No que tange às espécies exclusivas de cada área, quatro foram registradas apenas na Ilha, a saber: *Eufriesea auriceps*, *Eufriesea mussitans*, *Eufriesea violacea* e *Exaerete dentata*, ao passo que

Eufriesea danielis, *Eufriesea dentilabris*, *Euglossa iopoecila*, *Euglossa pleosticta*, *Euglossa townsendi* e *Exaerete smaragdina* ocorreram somente em Picinguaba (Tabela 1).

Assim como reportado por Inouye (1975), Williams (1982) e Tonhasca *et al.* (2002), dias caracterizados por precipitação, baixas temperaturas e nebulosidade interferiram negativamente nas atividades de coleta de substâncias aromáticas dos machos de Euglossini, de modo que poucos ou mesmo nenhum exemplar foram observados sob condições climáticas adversas como àquelas descritas anteriormente. Sendo assim, os maiores valores de riqueza de espécies, em ambos os anos estudados, foram registrados durante os meses mais úmidos, entre outubro e março, ao contrário da abundância de indivíduos, cujos números foram expressivamente menores durante a estação mais úmida do segundo ano de coletas (Figuras 9 e 10). Em Ubatuba, o período compreendido entre outubro e abril, denominado por Talora & Morellato (2000) como estação super-úmida, apresentou os maiores valores de temperatura, bem como de precipitação (Figuras 11 e 12).

Figura 9. Flutuação mensal da riqueza de espécies de Euglossini confrontada com os valores de precipitação acumulada (em mm) do município de Ubatuba, São Paulo.

Figura 10. Flutuação mensal da abundância de indivíduos de Euglossini coletados confrontada com os valores de precipitação acumulada (em mm) do município de Ubatuba, São Paulo.

Figura 11. Flutuação mensal das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais (em °C) aferidas entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009 pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) para o município de Ubatuba, São Paulo.

Figura 12. Flutuação mensal da temperatura média mensal (em °C) e pluviosidade (em mm) aferidas entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009 pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) para o município de Ubatuba, São Paulo.

Os coeficientes qualitativos de similaridade, Jaccard (J) e Sørensen (S), indicaram valores relativamente altos para as duas áreas, sobretudo o coeficiente de Sørensen ($S=0,74$) quando confrontado ao de Jaccard ($J=0,58$). Por sua vez, o coeficiente de Morisita (C_λ), que considera os dados quantitativos, foi mais baixo ($C_\lambda=0,48$) em relação aos demais, uma vez que a abundância registrada em Picinguaba ($N=951$) foi maior em comparação ao observado para a Ilha Anchieta ($N=625$).

Porém, foram constatadas diferenças significativas ($t=11,67$) quanto aos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') calculados para as duas áreas, sendo que em Picinguaba ($H'=2,09$), o valor encontrado foi superior ao obtido para a Ilha Anchieta ($H'=1,36$).

A análise da dominância de espécies, por meio do índice de Berger-Parker (d), revelou um alto valor para a Ilha ($d=0,63$), cuja comunidade de abelhas Euglossini foi dominada por *Euglossa cordata*, ao contrário do baixo número observado em Picinguaba ($d=0,23$), área na qual a espécie mais abundante, *Euglossa iopoecila*, representou apenas 23% do total de espécies amostradas. Da mesma maneira, o índice de Simpson (S') variou consideravelmente entre os locais de coleta,

indicando menor diversidade para a Ilha ($S'=0,43$) em comparação ao registrado em Picinguaba ($S'=0,16$). Estes resultados se relacionam aos índices de equabilidade de Pielou (J') aferidos em ambos os sítios de estudo, sendo este mais baixo na Ilha Anchieta ($J'=0,47$), quando confrontado ao valor mais uniforme obtido para Picinguaba ($J'=0,70$).

O efeito da dominância de *Eg. cordata* sobre a fauna de Euglossini da Ilha também pode ser visualizado através da curva de rarefação para a dominância em ambas as áreas (Figura 13), na qual os valores são significativamente maiores para a Ilha Anchieta a partir da sexta coleta realizada. Com relação ao índice de Shannon-Wiener, os intervalos de confiança de 95% obtidos para a curva de rarefação referente à área de Picinguaba se distanciaram dos intervalos da curva gerada para a Ilha a partir da oitava amostragem, o que evidencia diferenças estatísticas significativas (Figura 14). Porém, as curvas relacionadas à riqueza de espécies entre os dois locais de coleta não diferiram significativamente, uma vez que não há uma partição entre os intervalos de confiança gerados para as duas áreas (Figura 15).

Figura 13. Curvas de rarefação com 1000 simulações da dominância de espécies de Euglossini para as áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo de Confiança Alto.

Figura 14. Curvas de rarefação com 1000 simulações do índice de Diversidade de Shannon-Wiener para espécies de Euglossini para as áreas de Pinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo de Confiança Alto.

Figura 15. Curvas de rarefação com 1000 simulações da riqueza de espécies de Euglossini para as áreas de Pinguaba e Ilha Anchieta. ICB = Intervalo de Confiança Baixo; ICA = Intervalo de Confiança Alto.

Os resultados obtidos pela análise de agrupamento UPGMA evidenciaram maior similaridade entre os dois estudos desenvolvidos na região de Picinguaba, de modo que Ubatuba, no dendrograma, refere-se ao levantamento de Singer & Sazima (2004) e Picinguaba corresponde aos dados do presente estudo (Figura 16). A Ilha Anchieta apresenta-se como grupo-irmão de Ubatuba + Picinguaba e as áreas estudadas em Iguape e Salesópolis, a primeira litorânea, e a segunda limita-se ao sul com os municípios litorâneos Bertioga, Caraguatatuba e São Sebastião, compõem um grupo juntamente com as informações referentes a Ubatuba (ver mapa, Figura 17). A área de Paulo de Faria aparece como grupo-irmão dos demais estudos desenvolvidos no interior do estado de São Paulo, sendo que algumas áreas apresentaram maior similaridade entre si, formando grupos, como Pedregulho + Franca e, principalmente, Gália + Jundiá, cujos valores do coeficiente de Sørensen foram os mais altos registrados (Figura 16).

Figura 16. Dendrograma construído a partir dos dados dos coeficientes de Sørensen aferidos para as distintas áreas do estado de São Paulo quanto à composição de espécies de Euglossini. Ubatuba corresponde ao estudo desenvolvido por Singer & Sazima (2004), na região de Picinguaba, ao passo que Picinguaba refere-se aos dados obtidos no presente trabalho.

Figura 17. Mapa do estado de São Paulo com as localidades nas quais levantamentos de Euglossini foram realizados: 1 – Ubatuba (presente estudo e Singer & Sazima, 2004); 2 – Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006); 3 – Salesópolis (Wilms, 1995); 4 – Iguape (Knoll *et al.*, 2004); 5 – Jundiaí (Garófalo *et al.*, 1998); 6 – Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000); 7 – Gália (Serrano & Garófalo, 2008); 8 – Matão (Jesus & Garófalo, 2000); 9 – Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997); 10 – Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004); 11 – Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997); 12 – Franca (Nascimento *et al.*, 2000); 13 – Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993); 14 – Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).

Dentre as espécies amostradas, *Eg. cordata* (36,42%), *Eg. iopoecila* (13,90%), *Eg. sapphirina* (13,26%) e *El. cingulata* (12,56%) somaram juntas 83,82%, representando mais de três quartos do total coletado (Figura 18). Apesar da similaridade da composição faunística entre as áreas, dada pelos coeficientes de Jaccard e Sørensen, a abundância das espécies foi bastante variável entre elas, de modo que *Eg. iopoecila* (23,03%), *Eg. sapphirina* (21,03%), *Eg. cordata* (18,82%) e *El. cingulata* (15,14%) predominaram nas coletadas em Picinguaba, enquanto *Eg. cordata* (63,20%), *Eg. stellfeldi* (13,12%), *El. cingulata* (8,64%) e *El. seabrai* (6,24%) predominaram na Ilha Anchieta (Figura 19).

Figura 18. Porcentagem das espécies de Euglossini amostradas no município de Ubatuba, nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 19. Abundância das espécies de Euglossini coletadas nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, entre os meses de agosto de 2007 e julho de 2009, no município de Ubatuba, São Paulo.

O gênero *Euglossa* foi o mais abundante, bem como o mais diverso, contando com 1248 indivíduos e 11 espécies (Tabela 1). A espécie *Eg. cordata* foi coletada durante todo o período estudado, estando ausente em apenas um mês devido a adversidades climáticas. Outra espécie, *Eg. stellfeldi*, também foi registrada em praticamente todos os meses de estudo, embora em menor número se comparada à primeira (Figura 20). Já *Eg. iopoecila*, ausente nas coletas realizadas na Ilha, predominou durante todo o primeiro ano estudado e poucos indivíduos foram amostrados no segundo, a exemplo do que foi observado para *Eg. sapphirina* (Figura 21). As espécies *Eg. roderici* e *Eg. securigera* foram coletadas apenas no segundo ano, em ambas as áreas, porém, em maior quantidade na região de Picinguaba (Figura 22). Da mesma maneira, *Eg. truncata*, *Eg. ioprosopa*, *Eg. fimbriata*, *Eg. pleosticta* e *Eg. townsendi* foram registradas exclusivamente durante as amostragens do primeiro ano estudado, de modo que as quatro últimas apareceram somente durante os meses mais úmidos (Figura 23). Estas diferenças quanto à presença e ausência em um determinado ano se devem à utilização alternada das iscas aromáticas em ambos os sítios de coleta.

Figura 20. Fenologia das espécies *Euglossa cordata* e *Euglossa stellfeldi* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 21. Fenologia das espécies *Euglossa iopoecila* e *Euglossa sapphirina* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 22. Fenologia das espécies *Euglossa roderici* e *Euglossa securigera* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 23. Fenologia das espécies *Euglossa fimbriata*, *Euglossa ioprosopa*, *Euglossa pleosticta*, *Euglossa truncata* e *Euglossa townsendi* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Após *Euglossa*, *Eulaema* contou com mais espécimes coletados, 284, embora estejam distribuídos em apenas quatro espécies (Tabela 1). A mais abundante, *El. cingulata*, foi observada em todo o período de estudos, enquanto *El. seabrai*, apesar de ter sido registrada nos dois anos, contou com um número de indivíduos menor, os quais se distribuíram de maneira pontual (Figura 24). As espécies *El. nigrita* e *El. helvola* foram exclusivas do primeiro e segundo anos, respectivamente (Figura 25). No caso de *El. nigrita*, os indivíduos foram coletados apenas durante os meses mais úmidos do ano, entre outubro e março, exceto por um macho amostrado em maio na Ilha Anchieta. Contrariamente, *El. cingulata*, embora presente em todos os meses, alcançou maior abundância durante o período menos úmido, entre março e setembro, sendo que o número de indivíduos teve uma queda durante os meses de umidade elevada, período este no qual foram coletados os machos de *El. nigrita* (Figura 26).

Figura 24. Fenologia das espécies *Eulaema cingulata* e *Eulaema seabrai* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 25. Fenologia das espécies *Eulaema helvola* e *Eulaema nigrita* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 26. Fenologia das espécies *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2008.

O terceiro gênero mais amostrado foi *Eufriesea*, com 39 exemplares representados por sete espécies, sendo, portanto, o segundo mais rico (Tabela 1). Todas as espécies foram registradas somente durante a estação mais úmida, entre os meses de novembro e fevereiro de 2008 e dezembro e março de 2009 (Figura 27).

Figura 27. Fenologia das espécies do gênero *Eufriesea* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

As espécies cleptoparasitas *Exaerete smaragdina* e *Exaerete dentata* somaram apenas cinco indivíduos, cerca de 0,003% do total de espécies amostrado (Tabela 1). Considerando-se *Ex. smaragdina*, os espécimes foram coletados nos dois anos, mas somente durante os meses de maior pluviosidade, entre outubro e março (Figura 28), a exemplo de *El. nigrita*, a única espécie conhecida como sendo sua hospedeira (Garófalo & Rozen, 2001). Já *Ex. dentata* foi representada exclusivamente por uma fêmea, a qual foi observada por cerca de quatro minutos sobrevoando uma construção de alvenaria em ruínas na Ilha Anchieta (Figura 29). Como esta espécie é conhecida por

invadir ninhos de espécies de *Eufriesea* que podem construir seus ninhos em cavidades preexistentes, sobretudo em construções de alvenaria, como *Eufriesea auriceps* (Zucchi *et al.*, 1969); *Eufriesea surinamensis* (Myers & Loveless, 1976) e *Eufriesea smaragdina* (Kamke *et al.*, 2008), foi admitido que a fêmea observada em questão seria *Ex. dentata*, uma vez que as outras espécies do gênero *Exaerete* não possuem registros de ocorrência para a região (Kimsey, 1979; Oliveira & Nemésio, 2003) e a espécie *Ex. smaragdina* é cleptoparasita de ninhos de *El. nigrita* (Garófalo & Rozen, 2001), os quais são construídos no solo, em blocos ocos de cimento ou em caixas de madeira usadas para a meliponicultura (Zucchi *et al.*, 1969; Pereira-Martins 1991; Santos & Garófalo, 1994; Garófalo & Rozen, 2001). Além disso, o registro do exemplar se deu em janeiro, época em que todas as espécies de *Eufriesea* amostradas em Ubatuba estavam ativas.

Figura 28. Fenologia das espécies do gênero *Exaerete* amostradas no município de Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

Figura 29. Construção de alvenaria localizada na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, na qual foi observada uma fêmea de *Exaerete dentata* sobrevoando as paredes e o madeiramento, provavelmente em busca de ninhos de *Eufriesea* spp. para invadir. Foto: Léo Correia.

5. DISCUSSÃO

A composição faunística das abelhas da tribo Euglossini registrada neste estudo, sobretudo em Picinguaba, foi muito similar ao encontrado por Singer & Sazima (2004), cujas coletas foram realizadas entre fevereiro de 1999 e fevereiro de 2000, também na região de Picinguaba (Tabela 2). Ainda que mencionado como 15 o total de espécies coletado, a fauna de Euglossini amostrada por estes autores conta, na realidade, com 20 espécies, uma vez que foram diagnosticados alguns equívocos na identificação taxonômica de alguns exemplares, além de uma fêmea de *Ex. smaragdina* que foi coletada durante as amostragens por Singer & Sazima (2004), mas não foi registrada em seu estudo. Com exceção de *Euglossa mandibularis* (Friese, 1899) e *Euglossa viridis* (Perty, 1833), todas as demais espécies documentadas por Singer & Sazima (2004) também foram amostradas neste trabalho, embora *Ef. auriceps*, *Ef. surinamensis*, *Eg. truncata*, *Eg. townsendi*, *El. helvola* e *Ex. dentata* tenham sido amostradas somente no presente estudo.

Singer & Sazima (2004) observaram fêmeas de *Eg. mandibularis* em flores, ao passo que machos de *Eg. viridis*, umas das espécies mais abundantes no estudo daqueles autores, foram atraídos pelo eugenol. Apesar das observações em plantas floridas presentes nos arredores das trilhas de coleta e do uso do eugenol como isca aromática, as duas espécies em questão não foram registradas no presente trabalho. Porém, essas observações aumentam a composição faunística amostrada em Ubatuba de 24 para 26 espécies, um valor expressivo para a Mata Atlântica.

Em comparação com os dados obtidos para as demais localidades estudadas em ecossistemas de Mata Atlântica do estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Wilms, 1995; Garófalo *et al.*, 1998; Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Knoll *et al.*, 2004; Singer & Sazima, 2004; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008), este trabalho registrou a maior riqueza de espécies (Tabela 2). Com exceção dos levantamentos apifaunísticos de Wilms (1995), Knoll *et*

al. (2004) e Singer & Sazima (2004), todos os demais estudos utilizaram apenas três compostos aromáticos como iscas: cineol, eugenol e vanilina, enquanto foram empregadas 14 fragrâncias artificiais neste trabalho, o que pode estar associado ao maior número de espécies observadas. Além disso, foram registrados espécimes de Euglossini visitando flores de plantas encontradas nas proximidades das áreas de estudo, o que possibilitou um incremento à lista de espécies amostradas em Ubatuba. Segundo Rebêlo & Garófalo (1997), a obtenção de dados de espécimes em flores e o uso de ninhos-armadilha são de grande pertinência para ampliar o conhecimento a respeito da fauna de Euglossini de uma determinada região. Outro fator importante é que machos de algumas espécies não são atraídos pelas substâncias aromáticas utilizadas como iscas ou ao menos, não se conhecem ainda compostos químicos que possam exercer atração sobre esses machos (Roubik & Hanson, 2004), tornando mais importante o uso de outras metodologias, como as já citadas acima, para a realização de inventários da fauna de abelhas Euglossini.

A maior similaridade observada entre os dados deste trabalho para Picinguaba e as informações do estudo de Singer & Sazima (2004) para a mesma área, também é endossada pelo dendrograma do coeficiente de Sørensen gerado para as áreas amostradas no estado de São Paulo. Os estudos desenvolvidos no litoral, Iguape e Ubatuba, e em Salesópolis, que se encontra próximo à costa, apresentaram maior similaridade entre si e compuseram um grupo em contraste com as demais áreas estudadas no interior de São Paulo. Esta maior similaridade registrada se deve à presença de algumas espécies como *Ef. dentilabris*, *Ef. mussitans*, *Eg. iopoecila*, *Eg. roderici*, *Eg. stellfeldi* e *Eg. viridis*, que não foram amostradas no interior do estado. Considerando as áreas de Mata Atlântica, estas espécies parecem distribuir-se, predominantemente, por regiões costeiras e de baixas altitudes, ao contrário de outras espécies endêmicas desse bioma, como *Ef. auriceps*, *Ef. violacea*, *Euglossa annectans* Dressler, 1982, *Eg. fimbriata* e *Eg. truncata* (Nemésio & Silveira, 2007b), que também ocorrem no interior de São Paulo, sobretudo em áreas com mais de 1000m acima do nível do mar, como Franca e Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993, Rebêlo & Garófalo, 1997, IBGE, 2000, Nascimento *et al.*, 2000). Por sua vez, *Euglossa despecta* Moure, 1968, *Euglossa*

imperialis Cockerell, 1922, *Euglossa leucotricha* Rebêlo & Moure, 1996 e *Euglossa melanotricha* Moure, 1967, registradas em áreas do interior do estado, não foram amostradas nos ecossistemas costeiros, como no presente estudo e em Iguape, e também não foram coletadas em regiões mais próximas da costa, como Salesópolis (Wilms, 1995) e Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006) (ver Tabela 2). Outro fator distintivo das áreas do interior é a baixa diversidade dos gêneros *Eufriesea* e *Eulaema*, representados, basicamente, pelas espécies *Ef. violacea* e *El. nigrita*.

Dados oriundos de alguns levantamentos da fauna de Euglossini conduzidos em áreas de Mata Atlântica em outros estados brasileiros, quando equiparados às informações obtidas neste trabalho, apresentaram um menor número de espécies de *Eufriesea* e, exceto por aqueles realizados no Espírito Santo e ao longo da costa nordestina, os demais também registraram menos espécies de *Eulaema* e *Exaerete* (Tabela 3). O total de sete espécies de *Eufriesea* amostrado para Ubatuba torna este estudo em um dos mais bem sucedidos em encontrar alta riqueza para esse gênero, mesmo quando comparado a outros trabalhos que foram desenvolvidos em biomas como a Amazônia (Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Oliveira & Campos, 1995; Nemésio & Morato, 2004; 2006; Rasmussen, 2009), reconhecida por conter uma fauna de abelhas Euglossini mais rica e com índices de endemismos mais elevados que a Mata Atlântica (Nemésio & Silveira, 2007b). Outro fator a ser também considerado é o registro de *El. helvola* na região, uma espécie que se distribui desde a Bolívia até o Brasil Central, em áreas dominadas por ecossistemas de Cerrado (Oliveira, 2000; Moure, 2003). No entanto, Nemésio & Silveira (2006b) coletaram um macho de *El. helvola* na região central do estado de Minas Gerais, expandindo sua distribuição geográfica e sugerindo uma possível parapatria ou mesmo simpatria com a espécie *El. seabrai*. Embora Dressler (1979) tenha considerado *El. helvola* e mais outras três espécies como sinônimos de *El. seabrai*, a julgar pelas similaridades compartilhadas entre elas, Oliveira (2000) e Moure (2003) a distinguiram como uma espécie distinta, apontando como diferença a coloração das cerdas dos três últimos tergos, sendo amarelo-pálida para *El. helvola* e avermelhada para *El. seabrai*. Nemésio & Silveira (2006b) sugerem que mais levantamentos e amostragens em áreas de Cerrado, incluindo as áreas limítrofes e

os ecótonos entre os domínios da Amazônia e os da Mata Atlântica, além de uma reanálise taxonômica mais detalhada do grupo, incluindo a busca por outros caracteres para a definição das espécies seriam fundamentais para uma melhor avaliação a respeito da identidade taxonômica dessas espécies.

A assincronia no período de atividades observada entre *El. cingulata* e *El. nigrita* poderia ser um exemplo de exclusão ecológica, conforme apontado por Oliveira (2000). Segundo o autor, apesar de haver sobreposição de áreas de distribuição entre as duas espécies, *El. nigrita* ocorre, predominantemente, em áreas de formação vegetal aberta e/ou alterada, ao passo que *El. cingulata* é uma espécie encontrada em áreas de formação densa e não perturbada. A ocorrência de *El. cingulata* em áreas mais abertas, como aquelas ocupadas pelo bioma Cerrado no estado do Tocantins e no Distrito Federal pode estar associada a remanescentes de formações vegetais densas ou mesmo matas ciliares que são mais preservados (Oliveira, 2000). Entretanto, informações obtidas por outros autores (Tonhasca *et al.*, 2002; Nemésio & Silveira, 2006a) indicam que *El. cingulata* ocorre em áreas abertas, como bordas de mata, bem como em habitats degradados.

Em Ubatuba, quatro espécies de *Eulaema* foram registradas, sendo que *El. nigrita* foi amostrada somente entre os meses mais quentes e úmidos, de outubro a março, exceto apenas por um macho registrado em maio. Estes dados contrastam com informações obtidas em outros estudos desenvolvidos no interior do estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Garófalo *et al.*, 1998; Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Serrano & Garófalo, 2008), os quais registraram atividade de *E. nigrita* durante todo o ano e apenas esta espécie como a única representante do gênero. A hipótese de exclusão ecológica poderia ainda ser reforçada pelo fato de que *El. cingulata* e *El. seabrai*, espécies típicas de áreas de formação densa (Oliveira, 2000), foram mais abundantes que *El. nigrita* na região de Ubatuba, além dos dados de coleta de *El. cingulata*, cujos picos de atividades se deram exatamente durante os meses em que *El. nigrita* não foi observada.

Tabela 2. Fauna de abelhas Euglossini amostradas em levantamentos realizados em áreas de Mata Atlântica de diferentes localidades do estado de São Paulo. Ub*=Ubatuba (presente estudo), Ub=Ubatuba (Singer & Sazima, 2004), Ig=Iguape (Knoll *et al.*, 2004), Sa=Salesópolis (Wilms, 1995), Pi=Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006), Ju=Jundiaí (Garófalo *et al.*, 1998), Mo=Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000), Ga=Gália (Serrano & Garófalo, 2008), Se=Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997), Ca=Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997), Ma=Matão (Jesus & Garófalo, 2000), Ri=Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004), Fr=Franca (Nascimento *et al.*, 2000), Pe=Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993), Pa=Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).

Espécies	Áreas amostradas no estado de São Paulo														
	Ub*	Ub ¹	Ig ²	Sa ³	Pi	Ju ⁴	Mo	Ga	Se	Ca	Ma	Ri	Fr	Pe	Pa
<i>Eufriesea auriceps</i>	x									x			x	x	
<i>Eufriesea danielis</i>	x	x			x										
<i>Eufriesea dentilabris</i>	x	x	x	x											
<i>Eufriesea mussitans</i>	x	x	x												
<i>Eufriesea smaragdina</i>	x	x													
<i>Eufriesea surinamensis</i>	x			x											x
<i>Eufriesea violacea</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Euglossa annectans</i>				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Euglossa cordata</i>	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Euglossa despecta</i>						x				x	x				
<i>Euglossa fimbriata</i>	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Euglossa imperialis</i>										x			x	x	
<i>Euglossa iopocila</i>	x	x	x	x											
<i>Euglossa ioprosopa</i>	x	x													
<i>Euglossa leucotricha</i>										x			x		
<i>Euglossa mandibularis</i>		x		x											
<i>Euglossa melanotricha</i>						x	x	x	x	x			x	x	
<i>Euglossa pleosticta</i>	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euglossa roderici</i>	x	x	x	x											
<i>Euglossa sapphirina</i>	x	x													
<i>Euglossa securigera</i>	x	x								x	x			x	
<i>Euglossa stellfeldi</i>	x	x	x												
<i>Euglossa townsendi</i>	x								x	x					
<i>Euglossa truncata</i>	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euglossa viridis</i>		x	x												
<i>Eulaema cingulata</i>	x	x		x	x										
<i>Eulaema helvola</i>	x														
<i>Eulaema nigrita</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eulaema seabrai</i>	x	x													
<i>Exaerete dentata</i>	x									x					
<i>Exaerete smaragdina</i>	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Total de espécies	24	20	8	13	8	11	9	9	10	14	10	8	12	11	5

Ub1 – O total de espécies mencionado no estudo é de 15, mas como explicado anteriormente, o valor real é de 20. A espécie citada como *Ef. purpurata* é composta, na realidade, por machos de *Ef. dentilabris*, *Ef. mussitans* e *Ef. smaragdina*. O mesmo vale para *Eg. cordata*, pois havia alguns machos de *Eg. fimbriata* e *Eg. securigera* identificados como tal, assim como um macho de *Eg. ioprosopa* denominado como *Eg. sapphirina*. As demais são *Ef. violascens*=*Ef. danielis*, *Eg. sp1*=*Eg. mandibularis*, *Eg. sp2* e *Eg. cf. ignita*=*Eg. stellfeldi*, *Eg. iopyrrha*=*Eg. roderici* e *Eg. cf. viridis*=*Eg. viridis*. Uma fêmea de *Ex. smaragdina* também foi coletada durante o estudo, embora não tenha sido mencionada (Singer, com. pess.). Ig² – *Eg. luciae* corresponde a *Eg. stellfeldi* e *Eg. iochroa* é *Eg. viridis*. Sa³ – Há mais duas espécies não identificadas do gênero *Euglossa*, a espécie *Eg. mixta* é *Eg. roderici* e *Ef. distinguenda*=*Ef. dentilabris*. Ju⁴ – Além das espécies já mencionadas na tabela, há também *Euglossa* sp.

Tabela 3. Áreas de Mata Atlântica nas quais foram realizados levantamentos faunísticos da tribo Euglossini. N=Número de espécies, N/gên=Número de espécies por gênero, NI= Número de iscas aromáticas utilizadas, T=Tempo de amostragem. *Ef.*=*Eufriesea*, *Eg.*=*Euglossa*, *El.*=*Eulaema*, *Ex.*=*Exaerete*.

Localidades	N	N/gên	NI	T	Referências
Estado do RS	5	2 <i>Ef.</i> , 2 <i>Eg.</i> , 1 <i>El.</i>	3	<1ano	Wittmann <i>et al.</i> , 1988
Londrina-PR	9	2 <i>Ef.</i> , 6 <i>Eg.</i> , 1 <i>El.</i>	5	1 ano	Sofia <i>et al.</i> , 2004
Sossego do Imbé-RJ	21	3 <i>Ef.</i> , 15 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	6	2 anos	Tonhasca <i>et al.</i> , 2002
São Francisco de Itabapoana-RJ	13	1 <i>Ef.</i> , 8 <i>Eg.</i> , 3 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	7	>1 ano	Aguiar & Gaglianone, 2008
Silva Jardim-RJ	17	14 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	7	1 ano	Ramalho <i>et al.</i> , 2009
Viçosa-MG	10	2 <i>Ef.</i> , 5 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	16	>1 ano	Peruquetti <i>et al.</i> , 1999
Caratinga-MG	7	5 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i>	10	<1ano	Nemésio, 2003
Belo Horizonte-MG	14	11 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	5	1 ano	Nemésio & Silveira, 2007a
Marliéria-MG	18	4 <i>Ef.</i> , 11 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i> , 1 <i>Ex.</i>	13	<1ano	Nemésio & Silveira, 2006
Linhares-ES	31	4 <i>Ef.</i> , 21 <i>Eg.</i> , 4 <i>El.</i> , 2 <i>Ex.</i>	5	1 ano	Bonilla-Gómez, 1999
Cajaíba-BA	12	10 <i>Eg.</i> , 2 <i>El.</i>	6	1 ano	Neves & Viana, 1997
Goiana-PE	16	1 <i>Ef.</i> , 9 <i>Eg.</i> , 4 <i>El.</i> , 2 <i>Ex.</i>	5	<1ano	Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005
Mamanguape-PB	11	5 <i>Eg.</i> , 4 <i>El.</i> , 2 <i>Ex.</i>	6	<1ano	Martins & Souza, 2005

A despeito da similaridade encontrada entre as duas áreas no que tange à riqueza de espécies, a alta prevalência de *Eg. cordata* em detrimento das outras espécies de Euglossini amostradas na Ilha Anchieta foi responsável pela baixa uniformidade da composição faunística daquele local, bem como pelos altos índices de Simpson e Berger-Parker. Resultados semelhantes foram observados por Aguiar & Gaglianone (2008), cujas áreas estudadas caracterizaram-se pela dominância de *Eg. cordata* e *El. nigrita*. Dados de literatura (Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002) sugerem que *Eg. cordata* seja uma espécie típica de ambientes alterados, além de apresentar uma ampla faixa de distribuição, ocorrendo em praticamente todos os biomas brasileiros e mesmo em áreas antrópicas e dentro de perímetros urbanos (Wittmann *et al.*, 1998; Rebêlo & Moure, 1996; Lopes *et al.*, 2007; López-Uribe & Del Lama, 2007; Nemésio & Silveira, 2007b; Mendes *et al.*, 2008). No entanto, essa espécie parece ser ecologicamente plástica, já que também pode ocorrer em grande abundância em áreas mais preservadas de Mata Atlântica, como documentado por Peruquetti *et al.* (1999), Tonhasca *et al.* (2002), Ramalho *et al.* (2009) e neste estudo, uma vez que *Eg. cordata* foi terceira espécie mais amostrada em Picinguaba.

O primeiro registro de ocupação humana na Ilha Anchieta data de 1803, quando um destacamento do Exército de Portugal desembarcou naquela área, com o propósito de defender a região (Marcos Carrilho, 1998). Desde então, inúmeros episódios de intensa intervenção antrópica marcaram a Ilha, sobretudo com relação à construção de uma Colônia Correcional, que veio a ser extinta em 1955 e somente a partir de 1977, com a criação do Parque Estadual da Ilha Anchieta, as atividades humanas se restringiram ao turismo e lazer, em áreas que foram delimitadas pelo plano de manejo (Guillaumon *et al.*, 1989; Marcos Carrilho, 1998). Entretanto, a presença humana na Ilha foi responsável pela degradação das áreas florestais, sobretudo devido às atividades de colheita e de subsistência e pela introdução de espécies vegetais exóticas (Guillaumon *et al.*, 1989). Além disso, o zoológico de São Paulo, em 1983, introduziu 100 mamíferos de 15 espécies, tais como pacas, *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) (Rodentia: Dasyproctidae); saguis, *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) (Primates: Cebidae); capivaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766)

(Rodentia: Caviidae); tatus, *Dasypus novemcinctus* (Linnaeus, 1758) (Cingulata: Dasypodidae) e quatis, *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (Carnivora: Procyonidae) (Bovendorp & Galetti, 2007). Com o crescimento expressivo das populações desses mamíferos, devido à ausência de predadores naturais, áreas de restinga e de floresta ombrófila densa foram ocupadas, o que acarretou na perda da vegetação rasteira original devido ao pisoteio e à formação de trilhas permanentes (Robim, 1999; Alvarez *et al.*, 2008).

A introdução de espécies exóticas em um determinado habitat pode ser considerada uma das principais causas da perda da biodiversidade, pois altera a estrutura e a estabilidade das comunidades ecológicas (Courchamp *et al.*, 2003; Richardson & Pyšek, 2006), principalmente no caso de ilhas, uma vez que essas espécies podem se proliferar de maneira descontrolada devido à falta de predadores, parasitas e demais inimigos naturais (Emmel, 1976). De acordo com Odum (1985) e Magurran (2003), o acréscimo na dominância de uma ou mais espécies podem caracterizar um habitat alterado e perturbado, como no caso da Ilha Anchieta. Além dos resultados obtidos para a fauna de Euglossini no presente estudo, Fadini *et al.* (2009) também registraram a alta prevalência da espécie *Turdus flavipes* (Vieillot, 1818) (Passeriformes, Turdidae) em detrimento das outras aves, sendo que sua densidade era cerca de quatro vezes maior que em áreas continentais de Mata Atlântica. Bovendorp *et al.* (2008) observaram que a densidade do lagarto teiú, *Tupinambis merianae* (Duméril & Bibron, 1839) (Sauria, Teiidae), saltava de 20 indivíduos/km² em áreas mais densas de floresta para 109 em formações mais abertas, as quais sofreram alguma interferência antrópica.

A área de Picinguaba, por sua vez, foi caracterizada pela equitabilidade de sua composição faunística, na qual houve um baixo predomínio das espécies mais abundantes, *Eg. iopoecila* e *Eg. sapphirina*, sendo a primeira ausente e a segunda representada por poucos indivíduos coletados na Ilha Anchieta. Tonhasca *et al.* (2002) também registraram resultados similares ao coletarem uma menor quantidade de machos dessas espécies em áreas perturbadas e pequenos fragmentos florestais em comparação aos locais preservados de floresta secundária. Da mesma maneira,

Nemésio & Silveira (2006a) amostraram um maior número de indivíduos de *Eg. sapphirina* no interior da floresta e sugeriram que essa espécie poderia ser considerada como bioindicadora de ambientes preservados. A hipótese aventada por esses autores entra em conformidade com os dados obtidos no presente estudo, já que mais de 95% do total de *Eg. sapphirina* tenha sido amostrado apenas em Picinguaba. A espécie *Eg. iopoecila* também poderia ser avaliada como uma potencial indicadora de ambientes preservados, visto que foi exclusivamente registrada em Picinguaba, a despeito do esforço amostral e tempo de coleta comuns às duas áreas estudadas. A fim de se endossar esta hipótese, como a Ilha Anchieta, com 828 ha, é cerca de dez vezes menor que a região de Picinguaba, dotada de aproximadamente 8000 ha, pode-se inferir que uma amostragem realizada naquela área é mais fidedigna à sua fauna do que nesta, a julgar pelas respectivas dimensões de cada uma.

Além das espécies já mencionadas, *El. cingulata*, *Eg. roderici* e *Eg. ioprosopa* também foram menos amostradas naquela área em comparação ao registrado em Picinguaba, local em que alcançaram maior número. Oliveira (2000) classificou *El. cingulata* como uma espécie própria de ambientes preservados e áreas de mata densamente cobertas, embora algumas informações contrastantes apontam que essa espécie também ocorra em grande abundância em formações abertas e em bordas de matas (Tonhasca *et al.*, 2002; Nemésio & Silveira, 2006a). Com relação a *Eg. roderici* e *Eg. ioprosopa*, poucas são as informações e os registros dessas espécies em áreas de Mata Atlântica (Wilms, 1995; Knoll *et al.*, 2004; Singer & Sazima, 2004; Nemésio, 2009; Ramalho *et al.*, 2009), sendo, portanto, necessários mais estudos referentes à comunidade de Euglossini presente nos domínios desse bioma.

Apesar das conjecturas a respeito de *Euglossa analis* Westwood, 1840 (Bonilla-Gómez, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002; Ramalho *et al.*, 2009), *Eg. sapphirina* (Nemésio & Silveira, 2006a) e *El. cingulata* (Oliveira, 2000) como possíveis indicadoras de ambientes preservados e, ao contrário, *Eg. cordata* e *El. nigrita* (Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002) como espécies típicas de habitats abertos e alterados, não há estudos que corroborem o seu papel como bioindicadores ou

biomonitorios ambientais. Porém, Silva *et al.* (2009) demonstraram, por meio de morfometria alar, que fatores climáticos e antrópicos podem ter consequências negativas e interferem na estabilidade do desenvolvimento de *Eg. pleosticta*, ao passo que *El. nigrita* parece ser uma espécie mais resistente a tais efeitos. Da mesma maneira, através de amostragens em fragmentos florestais de distintos tamanhos, Giangarelli *et al.* (2009) concluíram que populações de *Ef. violacea* requerem áreas mais extensas para sua sobrevivência e que a sua ausência em determinados fragmentos poderia ser um reflexo do grau de perturbação dessas áreas, o que torna essa espécie um possível bioindicador para estudos futuros.

Bioindicadores são organismos capazes de detectar o grau de perturbação, degradação, recuperação ou regeneração de um determinado ecossistema e vêm sendo utilizados para o monitoramento das alterações ambientais em habitats distintos (Brown, 1991; McGeoch, 1998; Klumpp, 2001). Por décadas, alguns grupos de insetos têm desempenhado um importante papel como bioindicadores em estudos ecológicos, visto que compõem o grupo animal mais diverso e distinto, além de contar com uma gama variada de histórias de vida e comportamentos e também pela sua pertinência nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (Majer, 1983; Thomé *et al.*, 1987; Chessman, 1995; Butovsky, 1996; McGeoch, 1998; Davis *et al.*, 2001; Nummelin *et al.*, 2006).

Os Euglossini, a julgar pelo fato dos machos serem atraídos por compostos químicos que podem ser usados como iscas aromáticas artificiais, o que constitui uma importante ferramenta para a realização de censos e levantamentos faunísticos desse grupo, poderiam ser modelos interessantes para estudos futuros a respeito da qualidade ambiental de e da preservação de áreas naturais e unidades de conservação (Brown, 1991). No entanto, muitas questões permanecem nebulosas no que se refere à fauna das abelhas Euglossini, principalmente no âmbito da taxonomia, pois ainda que algumas espécies tenham sido descritas nos últimos anos (Ramírez, 2005; 2006; Nemésio, 2006; 2007; Parra-H *et al.*, 2006; Nemésio & Bembé, 2008), é importante salientar que os gêneros mais ricos, *Euglossa* e *Eufriesea*, necessitam serem revisados a fim de se obter mais informações

acerca da representatividade dos Euglossini na região Neotropical e, dessa forma, evitar problemas com falsos registros de ocorrência e identificações errôneas. Cabe ainda destacar que o conhecimento da biologia e ecologia dessas abelhas é uma premissa essencial para que pesquisas e investigações *a posteriori*, sejam elas referentes ao biomonitoramento ambiental, possam ser executadas.

A exemplo dos estudos a respeito dos efeitos negativos da fragmentação de habitats, fenômeno que resulta na perda da biodiversidade (Courchamp *et al.*, 2003), sobre a fauna de abelhas Euglossini (Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Tonhasca *et al.*, 2003; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005; Brosi, 2009), o uso potencial dessas espécies como bioindicadores seria válido e promissor, sobretudo para as áreas de Mata Atlântica, um dos biomas tropicais mais fragmentados e degradados pela intervenção antrópica, que ameaçam a sua alta diversidade de espécies e o seu elevado grau de endemismos (Fearnside *et al.*, 1996; Ranta *et al.*, 1998; Morellato & Haddad, 2000; Myers *et al.*, 2000). Myers & Knoll (2001) ressaltam que o decréscimo da biodiversidade provoca alterações nos serviços providos pelos ecossistemas naturais, o que, além de afetar a subsistência das populações humanas, pode contribuir para a exaustão ou mesmo ruptura de processos evolutivos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, W.M. & GAGLIANONE, M.C. 2008. Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology** 37: 118-125.
- ALVAREZ, A.D.; BOVENDORP, R.S.; FLEURY, M. & GALETTI, M. 2008. Paraísos de exóticos. **Ciência Hoje** 41: 69-71.
- ANJOS-SILVA, E.J. 2006. **Fenologia das abelhas Euglossini Latreille (Hymenoptera: Apidae) e a variação sazonal e geográfica na escolha e preferência por iscas-odores no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e na Província Serrana de Mato Grosso**. Tese de Doutorado, FFCLRP, Ribeirão Preto, 104p.
- BECKER, P.; MOURE, J.S. & PERALTA, F.J.A. 1991. More about euglossine bees in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica** 23: 340-591.
- BEZERRA, C.P. & MARTINS, C.F. 2001. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 18: 823-825.
- BONILLA-GÓMEZ, M.A. 1999. **Caracterização da estrutura espaço-temporal da comunidade de abelhas euglossinas (Hymenoptera, Apidae) na Hiléia Baiana**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 153p.

- BONILLA-GÓMEZ, M.A. & G. NATES-PARRA. 1992. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae). I. Claves ilustradas. **Caldasia** **17**: 149-172.
- BOVENDORP, R.S. & GALETTI, M. 2007. Density and population size of mammals introduced on a land-bridge island in southeastern Brazil. **Biological Invasions** **9**: 353-357.
- BOVENDORP, R.S.; ALVAREZ, A. & GALETTI, M. 2008. Density of the tegu lizard (*Tupinambis merianae*) and its role as nest predator at Anchieta Island, Brazil. **Neotropical Biology and Conservation** **3**: 9-12.
- BRAGA, A.K.; GARÓFALO, C.A. 2000. As espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia**: 180-180.
- BROSI, B.J. 2009. The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation** **142**: 414-423.
- BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators, pp. 349-404. *In*: N.M. COLLINS & J.A. THOMAS (Eds.). **The Conservation of Insects and their Habitats**. London, Academic Press, 450p.
- BUTOVSKY, R.O. 1996. Insects in bioindication of soil pollution, pp 155–163. *In*: N.M. VAN STRAALLEN & D.A. KRIVOLUTSKY (Eds.). **Bioindicator systems for soil pollution**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers Group, 272p.

- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. & SERRANO, J.C. 2000. Espécies de Euglossini da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, SP. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 300-300.
- CAVALCANTI, R.B. 2001. A experiência de workshops regionais e sistemas de informação geográfica para sintetizar informações, pp. 190-196. *In*: I. GARAY & B. DIAS (Orgs.). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Petrópolis, Editora Vozes, 430p.
- CHESSMAN, B.C. 1995. Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. **Australian Journal of Ecology** **20**: 122-129.
- COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.L. & PASCAL, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. **Biological Reviews** **78**: 347-383.
- DAVIS, A.J.; HOLLOWAY, J.D.; HUIJBREGTS, H.; KRIKKEN, J.; KIRK-SPRIGGS, A.H. & SUTTON, S.L. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of Northern Borneo. **Journal of Applied Ecology** **38**: 593-616.
- DEAN, W. 1995. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo, Companhia das Letras, 484p.
- DRESSLER, R.L. 1982a. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 373-394.

- DRESSLER, R.L. 1982b. New species of *Euglossa*. III. The *bursigera* species group (Hymenoptera: Apidae). **Revista de Biología Tropical** **30**: 131-140.
- EMMEL, C.T. 1976. **Population Biology**. London, Chapman & Hall, 246p.
- FADINI, R.F.; FLEURY, M.; DONATTI, C.I. & GALETTI, M. 2009. Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. **Acta Oecologica** **35**: 188-196.
- FARIA JR, L.R.R. & MELO, G.A.R. 2007. Species of *Euglossa* (*Glossura*) in the Brazilian Atlantic forest, with taxonomic notes on *Euglossa stellfeldi* Moure (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). **Revista Brasileira de Entomologia** **51**: 275-284.
- GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; AUGUSTO, S.C.; JESUS, B.M.V. & SERRANO, J.C. 1998. Diversidade e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros** **3**: 72-79.
- GARÓFALO, C.A. & ROZEN, J.G. 2001. Parasitic behavior of *Exaerete smaragdina* with descriptions of its mature oocyte and larval instars (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **American Museum Novitates** **3349**: 1-26.
- GIANGARELLI, D.C.; FREIRIA, A.G.; COLATRELI, O.P.; SUZUKI, K.M. & SOFIA, S.H. 2009. *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. **Neotropical Entomology** **38**: 610-615.

GOOGLE, 2008. **Google Earth, versão 4.0.0205.5730**. Software, distribuído em 13 de novembro de 2007. Disponível na World Wide Web em: <http://earth.google.com> [Acessado em 01/XI/2008]

GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L. 2004. **EcoSim: Null models software for ecology**. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jerico, VT 05465 <http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm> [Acessado em 01/VIII/2009]

GUILLAUMON, J.R.; MARCONDES, M.A.P.; NEGREIROS, O.C.; MOTA, I.S.; EMMERICH, W.; BARBOSA, A.F.; BRANCO, I.H.D.C.; CAMARA, J.J.C.; OSTINI, S.; PEREIRA, R.T.L.; SCORVO FILHO, J.D.; SHIMOMICHI, P.Y.; SILVA, S.A. & MELO NETO, J.E. 1989. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Anchieta**. I.F. – Série Registros. São Paulo, Instituto Florestal, 103p.

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology** 29: 151-154.

IBGE. 2000. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2000**. Disponível na World Wide Web em: www.ibge.gov.br [Acessado em 28/X/2009]

INOUE, D.W. 1975. Flight temperatures of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Journal of the Kansas Entomological Society** 48: 366-377.

INSTITUTO FLORESTAL. 2008. **Mapa do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba**. Disponível na World Wide Web em:

http://www.iflorestal.sp.gov.br/unidades_conservacao/mapa.asp?mapa=pe_sm_picinguaba.jpg

[Acessado em 30/X/2008]

JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Riqueza e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Mata da Virgínia, Matão, São Paulo. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 239-245.

JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2004. The ecological diversity of Euglossini (Hymenoptera, Apidae) at a forest fragment in Ribeirão Preto. **Proceedings of the 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas**: 529-529.

JORGE, L.A.B. & GARCIA, G.J. 1997. A study of habitat fragmentation in southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS). **Forest Ecology and Management** **98**: 35-74.

KAMKE, R.; ZILLIKENS, A.; HEINLE, S. & STEINER, J. 2008. Natural enemies and life cycle of the orchid bee *Eufriesea smaragdina* (Hymenoptera: Apidae) reared from trap nests. **Journal of the Kansas Entomological Society** **81**: 101-109.

KIMSEY, L.S. 1979. An illustrated key to the genus *Exaerete* with descriptions of male genitalia and biology (Hymenoptera: Euglossini, Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **52**: 735-746.

KIMSEY, L.S. 1982. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). **University of California Publications in Entomology** **95**: 1-125.

- KIMSEY, L.S. 1987. Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). **Systematic Entomology** **12**: 63-72.
- KLUMPP, A. 2001. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais, pp.77-94. *In*: N.B. MAIA; H.L. MARTOS & W. BARRELLA (Eds.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo, EDUC/COMPED/INEP, 285p.
- KNOLL, F.R.N.; BEGO, L.R. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. Abelhas da Juréia, p. 222-229. *In*: O.A.V. MARQUES & W. DULEBA (Orgs.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 384p.
- LEITÃO-FILHO, H.F. 1994. Diversity of arboreal species in Atlantic rain forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **66**: 91-96.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I.K.L. & ALMEIDA, AM. 2001. Inventários bióticos centrados em recursos: Insetos fitófagos e plantas hospedeiras, pp. 174-189. *In*: I. GARAY & B. DIAS (Orgs.). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Petrópolis, Editora Vozes, 430p.
- LOPES, A.V.; MACHADO, I.C.; AGUIAR, A.V. & REBÊLO, J.M.M. 2007. A scientific note on the occurrence of Euglossini bees in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Apidologie** **38**: 472-473.
- LÓPEZ-URIBE, M.M. & DEL LAMA, M.A. 2007. Molecular identification of species of the genus *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae, Euglossini). **Neotropical Entomology** **36**: 712-720.

- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton, Princeton University Press, 179p.
- MAGURRAN, A.E. 2003. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Publishing, 256p.
- MAJER, J.D. 1983. Ants: bioindicators of mine site rehabilitation, land use and land conservation. **Environmental Management** 7: 375-383.
- MARCOS CARRILHO ARQUITETOS S/C LTDA. 1998. **Projeto de Museologia. Relatórios: Fase I, II, III e IV, apresentados à Unidade Gerenciadora do Projeto Ilha Anchieta – Convênio MMA/PNMA/PED 97 CV 047**. São Paulo, SP.
- MARTINS, C.F. & SOUZA, A.K.P. 2005. Estratificação vertical de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 913-918.
- MATEUS, S.; GARÓFALO, C.A. & REBÊLO, J.M.M. 1993. Espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, Pedregulho, SP. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Entomologia**: 252-252.
- McGEOCH, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews** 73: 181-201.
- MENDES, F.N.; RÊGO, M.M.C. & CARVALHO, C.C. 2008. Abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) coletadas em uma monocultura de eucalipto circundada por cerrado em Urbano Santos, Maranhão, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 98: 285-290.

- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. 2005. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monocultures? **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 853-858.
- MINCKLEY, R.L. & REYES, S.G. 1996. Capture of the orchid bee, *Eulaema polychrome* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on Northern distributions of other Mesoamerican bees. **Journal of the Kansas Entomological Society** **69**: 102-104.
- MMA, 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente.** Brasília, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEDMA/Instituto Estadual de Floresta Minas Gerais, 40p.
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A.O. & MOURE, J.S. 1992. Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) coletadas na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Entomologia** **36**: 767-771.
- MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** **32**: 786-792.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of interespecific association and similarity between communities. **Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E (Biology)** **3**: 65-80.
- MOURE, J.S. 2000. As espécies do gênero *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae). **Acta Biológica Paranaense** **29**: 1-70.

- MOURE, J.S.; MELO, G.A.R. & FARIA JR, L.R.R. 2008. Euglossini Latreille, 1802. *In*: J.S. MOURE, D. URBAN G.A.R. & MELO (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Disponível na World Wide Web em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. [Acessado em 15/XI/2008]
- MYERS, J. G. 1935. Ethological observations on the citrus bee, *Trigona silvestriana* Vachal, and other neotropical bees (Hym., Apoidea). **Transactions of the Royal Entomological Society of London** **83**: 131-142.
- MYERS, J. & LOVELESS, M.D. 1976. Nesting aggregations of the euglossine bee *Euplusia surinamensis* (Hymenoptera: Apidae): Individual interactions and the advantage of living together. **Canadian Entomologist** **108**: 1-6.
- MYERS, N. & KNOLL, A.H. 2001. The biotic crises and the future of evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** **98**: 5389-5392.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **403**: 853-858.
- NASCIMENTO, A.M.; AUGUSTO, S.C. & SILVA, C.I. 2000. Espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua do Estado de São Paulo. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 302-302.
- NEMÉSIO, A. 2003. Preliminary sampling of Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, Caratinga, Minas Gerais, Brazil. **Lundiana** **4**: 121-124.

- NEMÉSIO, A. 2005. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of Ilha de Maracá, Roraima, Northern Brazil. **Lundiana** **6**: 117-119.
- NEMÉSIO, A. 2006. *Euglossa anodorhynchi* sp. n. (Hymenoptera: Apidae), a new orchid bee from Southern Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 206-209.
- NEMÉSIO, A. 2007. *Eufriesea atlantica* (Hymenoptera: Apidae), a new orchid bee from the Brazilian Atlantic Forest. **Lundiana** **8**: 147-152.
- NEMÉSIO, A. 2009. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa** **2041**: 1-242.
- NEMÉSIO, A. & BEMBÉ, B. 2008. A new species of *Eufriesea* from Bolivia, and rearrangement of the *Eufriesea auripes* species group. **Spixiana** **31**: 241-246.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2004. Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of the Humaitá Reserve, Acre state, Brazilian Amazon, with comments of bait trap efficiency. **Revista de Tecnologia e Ambiente** **10**: 71-80.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2006. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. **Lundiana** **7**: 59-64.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. 2006a. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 313-323.

- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. 2006b. First record of *Eulaema helvola* Moure (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) for Minas Gerais State: biogeographic and taxonomic implications. **Neotropical Entomology** **35**: 418-420.
- NEMÉSIO, A & SILVEIRA, F.A. 2007a. A Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology** **36**: 186-191.
- NEMÉSIO, A & SILVEIRA, F.A. 2007b. Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. **Neotropical Entomology** **36**: 874-888.
- NEVES, E.L. & VIANA, B.F. 1997. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 831-837.
- NEVES, E.L. & VIANA, B.F. 1999. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das matas ciliares da margem esquerda do Médio Rio São Francisco, Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **28**: 201-210.
- NUMMELIN, M.; LODENIUS, M.; TULISALO, E.; HIRVONEN, H. & ALANKO, T. 2007. Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution. **Environmental Pollution** **145**: 339-347.
- ODUM, E.P. 1985. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Interamericana, 434p.

- OLIVEIRA, M.L. 2000. **O gênero *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): Filogenia, biogeografia e relações com as Orchidaceae.** Tese de Doutorado, FFCLRP, Ribeirão Preto, 159p.
- OLIVEIRA, M.L. 2006. Três novas espécies de abelhas da Amazônia pertencentes ao gênero *Eulaema* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Acta Amazônica** 36: 121-128.
- OLIVEIRA, M.L. & CAMPOS, L.A.O. 1995. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 12: 547-556.
- OLIVEIRA, M.L. & NEMÉSIO, A. 2003. *Exaerete lepeletieri* (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina): A new species of cleptoparasitic bee from Amazonia. **Lundiana** 4: 117-120.
- PARRA-H, A.; OSPINA-TORRES, R. & RAMÍREZ, S. 2006. *Euglossa natesi* n. sp., a new species of orchid bee from the Chocó region of Colombia and Ecuador (Hymenoptera: Apidae). **Zootaxa** 1298: 29-36.
- PEARSON, D.L. & DRESSLER, R.L. 1985. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru. **Journal of Tropical Ecology** 1: 37-54.
- PERALTA, D.F. 2005. **Musgos (Bryophyta) do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 209p.

- PEREIRA-MARTINS, S.R. 1991. Biologia de *Eulaema nigrita*. 2. Atividades nidais. **Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo** 37: 237-243.
- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M. & LISBOA, L.C.O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia** 16: 101-118.
- PIELOU, E.C. 1966. **An introduction to mathematical ecology**. New York, John Wiley & Sons, 286p.
- POWELL, A.H. & POWELL, G.V.N. 1987. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica** 19: 176-179.
- RAMALHO, A.V.; GAGLIANONE, M.C. & OLIVEIRA, M.L. 2009. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera; Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 53: 95-101.
- RAMÍREZ, S. 2005. *Euglossa paisa*, a new species of orchid bee from the Colombian Andes (Hymenoptera: Apidae). **Zootaxa** 1065: 51-60.
- RAMÍREZ, S. 2006. *Euglossa samperi*, a new species of orchid bee from the Ecuadorian Andes (Hymenoptera: Apidae). **Zootaxa** 1272: 61-68.
- RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMALÄ, J.; JOENSUU, E. & SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic Rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation** 7: 385-403.

- RASMUSSEN, C. 2009. Diversity and abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a tropical rainforest succession. **Neotropical Entomology** **38**: 66-73.
- REBÊLO, J.M.M. & CABRAL, A.J.M. 1997. Abelhas Euglossinae de Barreirinhas, Zona do Litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazonica** **27**: 145-152.
- REBÊLO, J.M.M. & GARÓFALO, C.A. 1991. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferência por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **51**: 787-799.
- REBÊLO, J.M.M. & GARÓFALO, C.A. 1997. Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **26**: 243-255.
- REBÊLO, J.M.M. & MOURE, J.S. 1996. As espécies de *Euglossa* Latreille do nordeste de São Paulo (Apidae, Euglossinae). **Revista Brasileira de Zoologia** **51**: 787-799.
- REBÊLO, J.M.M. & SILVA, F.S. 1999. Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **26**: 379-391.
- RICHARDSON, D.M. & PYŠEK, P. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. **Progress in Physical Geography** **30**: 409-431.
- RIZZINI, C. 1977. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural, 747p.

- ROBIM, M.J. 1999. **Análise das características do uso recreativo do Parque Estadual da Ilha Anchieta: uma contribuição ao manejo.** Tese de Doutorado, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de São Carlos, 161p.
- ROMESBURG, H.C. 1984. **Cluster Analysis for researchers.** Florida, R.E. Krieger Publishing Company Inc., 488p.
- ROUBIK, D.W. & HANSON, P.E. 2004. **Orchid bees of tropical America: biology and field guide.** Santo Domingo de Heredia, Instituto Nacional de Biodiversidad, 370p.
- SANTOS, M.L. & GARÓFALO, C.A. 1994. Nesting biology and nest re-use of *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** 41: 99-110.
- SERRANO, J.C. & GARÓFALO, C.A. 2008. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) da Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas**: 630-630.
- SILVA, F.S. & REBÊLO, J.M.M. 2002. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 62: 15-23.
- SILVA, M.C.; LOMÔNACO, C.; AUGUSTO, S.C. & KERR, W.E. 2009. Climatic and anthropic influence on size and fluctuating asymmetry of Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a semideciduous seasonal forest reserve. **Genetics and Molecular Research** 8: 730-737.

- SINGER, R.B. & SAZIMA, M. 2004. Abelhas Euglossini como polinizadoras de orquídeas na região de Picinguaba, São Paulo, Brasil, p. 175-187. *In*: F. BARROS & G.B. KERBAUY (Orgs.). **Orquidologia sul-americana: uma compilação científica**. São Paulo, Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 192p.
- SOFIA, S.H. & SUZUKI, K.M. 2004. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology** **33**: 693-702.
- SOFIA, S.H.; SANTOS, A.L. & SILVA, C.R.M. 2004. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia** **94**: 217-222.
- SØRENSEN, T. 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plant sociobiology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. **Biologiske Skrifter** **5**: 1-34.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 13-26.
- THOMÉ, J.P.; DEBOUGE, M.H. & LOUVET, M. 1987. Carnivorous insects as bioindicators of environmental contamination: organochlorine insecticide residues related to insect distribution in terrestrial ecosystems. **International Journal of Environmental Analytical Chemistry** **30**: 219-232.

- TONHASCA, A.; BLACKMER, J.L. & ALBUQUERQUE, G.S. 2002. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic forest. **Biotropica** **34**: 416-422.
- TONHASCA, A.; ALBUQUERQUE, G.S. & BLACKMER, J. L. 2003. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology** **19**: 99-102.
- UEHARA-PRADO, M. & GARÓFALO, C.A. 2006. Small-scale elevational variation in the abundance of *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology** **35**: 446-451.
- WILLIAMS, N.H. 1982. The biology of orchids and euglossine bees, pp.119-171. *In*: J. ARDITTI (Ed.). **Orchid Biology and Perspectives**. Ithaca, Cornell University Press, 610p.
- WILMS, W. 1995. **Die Bienenfauna im Küstenregenwald Brasiliens und ihre Beziehungen zu Blütenpflanzen: Fallstudie Boracéia, São Paulo**. PhD Thesis, Fakultät für Biologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen, 219p.
- WITTMANN, D.; HOFFMANN, M. & SCHOLZ, E. 1988. Southern distributional limits of euglossine bees in Brazil linked to habitats of the Atlantic- and Subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis** **14**: 53-60.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F. & CAMARGO, J.M.F. 1969. Biological observations on a neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae

(Hymenoptera: Apidae). A comparative study. **Journal of Faculty of Science of Hokkaido University, ser. 6 Zoology 17**: 271-380.

Capítulo II

Variação sazonal e geográfica na preferência
por fragrâncias artificiais de machos de
Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas
litorâneas de Mata Atlântica

RESUMO

Uma das características mais marcantes e distintivas das abelhas da tribo Euglossini é o fato dos machos visitarem flores de orquídeas e outras famílias de plantas para a coleta de fragrâncias florais e, posteriormente, as armazenarem em suas pernas posteriores modificadas. Durante décadas, muitos compostos aromáticos têm sido utilizados como iscas-odores para a atração de machos e, dessa maneira, constituem-se como um importante método para a realização de inventários faunísticos. Com o intuito de investigar as variações sazonal e geográfica na preferência por fragrâncias artificiais dos machos de Euglossini, foram realizadas coletas mensais no período de agosto de 2007 a julho de 2009 em duas áreas costeiras de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta, ambas em Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Quatorze iscas aromáticas foram utilizadas, sendo que três: cineol, eugenol e vanilina foram usadas apenas no primeiro ano (agosto/2007 a julho/2008), enquanto as demais (acetato de amila, acetato de benzila, benzoato de benzila, benzoato de metila, β -ionona, β -mirceno, butirato de etila, cinamato de metila, feniletanol, linalool e salicilato de metila) foram utilizadas no segundo ano (agosto/2008 a julho/2009). Um total de 1490 indivíduos, distribuídos em 23 espécies, foram coletados nas 14 fragrâncias, de modo que, destes, 929 espécimes foram amostrados em Picinguaba e os outros 561 na Ilha Anchieta. No primeiro ano, foram coletados 992 indivíduos (656 em Picinguaba e 336 na Ilha) pertencentes a 19 espécies, sendo que destas, onze foram coletadas unicamente nestas iscas, ao passo que 12 espécies representadas por 498 espécimes (273 em Picinguaba e 225 na Ilha) visitaram os 11 compostos químicos utilizados no segundo ano, com um total de quatro espécies amostradas somente com tais fragrâncias. O cineol foi a fragrância responsável pelo maior número de indivíduos coletados durante o primeiro ano, bem como pela maior riqueza, contando com 695 abelhas distribuídas em 14 espécies. Já a β -ionona exerceu maior atratividade durante o segundo ano, registrando o maior número de indivíduos e de espécies, 332 e seis, respectivamente. Considerando-se as espécies mais abundantes, cujo número de indivíduos excedeu vinte, apenas os machos de *Euglossa truncata* foram atraídos por uma só isca, o eugenol. Todas as demais demonstraram preferências por uma determinada fragrância em comparação às outras. Somente foram constatadas diferenças significativas quanto à variação sazonal para o cineol na área de Picinguaba, de maneira que as espécies mais coletadas nesta fragrância, *Euglossa sapphirina*, *Euglossa iopoecila* e *Euglossa cordata*, apresentaram picos de abundância entre janeiro e abril de 2008, meses mais quentes e úmidos. O uso diferencial das iscas nos dois anos permitiu a comparação dos dados do primeiro ano de coletas com aqueles já obtidos em outros trabalhos desenvolvidos no estado de São Paulo, uma vez que estes também utilizaram os três compostos (cineol, eugenol e vanilina). Além disso, os dados referentes ao segundo ano revelaram a presença de espécies não associadas aos três compostos aromáticos utilizados durante o primeiro ano.

ABSTRACT

One of the most remarkable characteristics of bees of the tribe Euglossini is that males visit flowers of orchids and other plants to collect fragrances, and store them in their modified hind legs. During decades, many aromatic compounds have been used as scent baits to attract males, and, therefore, they are an important tool in faunistic inventories. In order to investigate seasonal and geographic variations in the preference for artificial fragrances of Euglossini males, monthly sampling was carried out from August 2007 to July 2009 in two coastal areas of Atlantic Forest: Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Picinguaba and Parque Estadual da Ilha Anchieta, both in Ubatuba, northern São Paulo State. Fourteen aromatic baits were used, among them three (cineol, eugenol and vanillin) only in the first year (August/2007 to July/2008), whereas the others (amyl acetate, benzyl acetate, benzyl benzoate, methyl benzoate, β -ionone, β -myrcene, ethyl butyrate, methyl cinnamate, phenylethanol, linalool and methyl salicylate) were used in the second year (August/2008 to July/2009). A total of 1,490 specimens, distributed in 23 species, were collected with the 14 fragrances: 929 specimens were sampled in Picinguaba and the other 561 on Anchieta Island. In the first year, 992 individuals were collected (656 in Picinguaba and 336 in Anchieta Island) from 19 species; among them 11 species were collected only with the baits cineol, eugenol and vanillin. In the second year, 12 species represented by 498 specimens (273 in Picinguaba and 225 in Anchieta) visited the 11 chemical compounds used, with a total of four species sampled only with those fragrances. Cineol was the fragrance responsible for the highest number of individuals collected in the first year, as well as for the highest richness, resulting in 695 bees distributed in 14 species. β -ionone was the most attractive fragrance in the second year, resulting in the highest number of individuals (332) and species (6). Among the most abundant species, represented by more than 20 individuals, only *Euglossa truncata* males were attracted to a single bait, the eugenol. However, all others showed preferences for a determined fragrance to the detriment of others. Significant differences in seasonal variation were only observed for cineol in the area of Picinguaba. The most collected species using this fragrance: *Euglossa sapphirina*, *Euglossa iopoecila* and *Euglossa cordata*, showed abundance peaks between January and April 2008, which are warmer and more humid months. The differential use of baits in the two years enabled a comparison of the data of the first year with data from other studies developed in the state of São Paulo, since those used the same three compounds (cineol, eugenol and vanillin). Moreover, data from the second year showed the presence of species that are not associated with the three aromatic compounds used in the first year.

Keywords: Atlantic forest, β -ionone, cineole, *Euglossa truncata*.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas Euglossini se destacam por serem os únicos membros da subfamília Apinae que apresentam distintos estágios intermediários entre os comportamentos solitário e eussocial (Zucchi *et al.*, 1969; Michener, 1974; Dressler, 1982), uma vez que todos os demais táxons compostos por abelhas corbiculadas; Apini, Bombini e Meliponini; são representados exclusivamente por espécies altamente eussociais (Lockhart & Cameron, 2001). Em virtude desta característica, a tribo Euglossini pode fornecer importantes subsídios e indícios para o estudo da evolução do comportamento social (Garófalo, 1985, 1994).

Entretanto, uma das características mais marcantes e distintivas das abelhas Euglossini é o fato de que os machos visitam flores de orquídeas e outras espécies vegetais para a coleta de fragrâncias florais e, posteriormente, as armazenam em uma complexa estrutura em forma de rede presente nas paredes internas de suas pernas posteriores modificadas (Dodson & Frymire, 1961; Cruz-Landim *et al.*, 1965; Sakagami, 1965; Vogel, 1966; Dodson *et al.*, 1969). De acordo com Engel (1999), este comportamento se desenvolveu a mais de 20 milhões de anos.

A partir dessas informações, muitos desses compostos químicos encontrados nessas plantas foram identificados e produzidos em experimentos de laboratório (Williams & Whitten, 1983; Lindquist *et al.*, 1985; Tatsuka *et al.*, 1988). O primeiro relato a respeito da atração de machos de Euglossini por compostos aromáticos ocorreu em 1963, no México, quando Lopez, ao utilizar armadilhas para a captura de moscas-das-frutas contendo as substâncias químicas α -ionona e β -ionona, obteve mais de 220 espécimes de *Eulaema polychroma* (Mocsáry, 1899) (citada como *Eulaema tropica*).

Posteriormente, Dodson & Hills (1966) foram os pioneiros a utilizar a cromatografia a gás para isolar e identificar as substâncias aromáticas presentes em espécies de orquídeas que são visitadas por machos de Euglossini. Através da mesma técnica, Williams & Whitten (1983) e Gerlach & Schill (1991) analisaram amostras de fragrâncias florais encontradas em inúmeras

espécies de orquídeas e listaram mais de 60 compostos aromáticos que podem ser empregados para a atração de machos.

Com base nos dados obtidos nesses estudos, muitos compostos aromáticos têm sido utilizados como iscas-odores para a obtenção de machos e, dessa maneira, constituem-se como um importante método para a realização de inventários faunísticos da tribo Euglossini em diversos ecossistemas das Américas Central e do Sul (Ricklefs *et al.*, 1969; Janzen *et al.*, 1982; Ackerman, 1983; Dressler, 1985; Pearson & Dressler, 1985; Becker *et al.*, 1991; Oliveira, 1999, Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002; Parra & Nates-Parra, 2007).

A despeito do número de hipóteses aventadas a cerca da função biológica dos compostos aromáticos coletados em flores de orquídeas e de outras espécies de plantas, o seu papel exato na biologia de machos de Euglossini ainda permanece obscuro (Eltz *et al.*, 1999). Dodson *et al.* (1969) sugeriram que os compostos químicos coletados pelos machos eram convertidos em feromônios sexuais que, por sua vez, eram utilizados para a tração de fêmeas. Williams & Whitten (1983) também sustentavam a idéia de que as substâncias aromáticas pudessem sofrer alterações químicas, sendo que após serem coletadas e armazenadas nas tíbias posteriores dos machos, essas substâncias passavam por uma transformação química e, através da hemolinfa, eram transportadas às glândulas mandibulares para serem exaladas. Entretanto, não existem evidências empíricas de que as fragrâncias florais sofram alterações químicas e sejam convertidas em ferormônios sexuais (Roubik & Hanson, 2004). Williams & Whitten (1983) analisaram extratos das tíbias posteriores e das glândulas cefálicas dos machos, bem como de tecidos vegetais odoríferos e encontraram compostos químicos distintos. Lunau (1992), por sua vez, sugeriu, em um âmbito evolutivo, que as fragrâncias coletadas pelos machos estariam associadas às resinas coletadas pelas fêmeas para a construção de ninhos, visto que ambos os recursos vegetais contêm compostos aromáticos e bicíclicos que não podem ser sintetizados pelas abelhas.

Estudos recentes mostraram que as fragrâncias armazenadas pelos machos são ativamente liberadas durante a exibição de comportamentos estereotipados de corte em pequenos territórios,

como hastes e galhos de árvores, onde as cópulas ocorrem (Kimsey, 1980; Stern, 1991; Eltz *et al.*, 2005a; Zimmermann *et al.*, 2006).

Para coletar as fragrâncias florais, os machos secretam lipídeos provenientes de suas glândulas labiais sobre o substrato vegetal a fim de que os compostos aromáticos voláteis sejam dissolvidos e, por fim, transferidos para suas tíbias posteriores, em um processo semelhante à “enfleurage” utilizada na indústria de perfumaria (Whitten *et al.*, 1989).

O perfil químico das tíbias posteriores dos machos pode diferir entre as espécies ou mesmo apresentar uma grande sobreposição de compostos coletados (Janzen *et al.*, 1982; Pearson & Dressler, 1985; Ackerman, 1989; Eltz *et al.*, 2005b), assim como também há variações sazonais e geográficas no que se refere à preferência e escolha das fragrâncias pelos machos (Ackerman, 1989). A idade dos machos também parece ser uma característica relacionada à coleta de fragrâncias florais. Através da análise química das tíbias posteriores, foi constatado que machos mais velhos, que apresentavam asas mais gastas, dispunham de uma maior variedade de substâncias aromáticas quando comparados com aqueles mais jovens (Eltz *et al.*, 1999). De acordo com Ackerman & Montalvo (1985), os machos podem armazenar as substâncias químicas em suas tíbias posteriores por vários meses, embora estejam suscetíveis aos efeitos nocivos desses compostos aromáticos (Eltz *et al.*, 1999). O fato dos machos mais velhos apresentarem um amplo espectro de fragrâncias em suas tíbias posteriores indica a sua alta capacidade de sobrevivência, por resistir à toxicidade dos compostos químicos, e de voar a longas distâncias para a coleta de néctar e fragrâncias florais e para evitar o ataque de predadores e que machos rivais possam ocupar seus territórios de corte e cópula, o que poderia ser um importante fator relacionado à seleção sexual pelas fêmeas (Kimsey, 1980; Whitten *et al.*, 1989; Stern, 1991; Eltz *et al.*, 1999; 2003).

2. OBJETIVOS

Através da ampliação do número de iscas artificiais utilizadas e de seu uso diferencial durante os dois anos de coleta, este estudo objetivou a identificação dos padrões de associação entre os machos das diferentes espécies de Euglossini com as iscas-odores utilizadas para a sua atração.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter dados no primeiro ano de estudo, com o uso das iscas cineol, eugenol e vanilina, para que sejam comparados com aqueles já obtidos em outros trabalhos desenvolvidos no estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Garófalo *et al.*, 1998, Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008).
- Averiguar se há diferenças sazonais no que tange à preferência dos machos pelas iscas artificiais utilizadas no presente trabalho.
- Verificar se a preferência por uma dada fragrância é variável entre as duas áreas de estudo.
- Testar iscas-odores pouco utilizadas em estudos anteriores desenvolvidos no Brasil, com o intuito de ampliar a gama de espécies coletadas nos locais estudados.

3. MATERIAL & MÉTODOS

3.1. ÁREAS DE ESTUDO

Como mencionado no capítulo anterior, o estudo foi desenvolvido em duas áreas distintas:

1) - Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) no núcleo Picinguaba e 2) - Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA) no município de Ubatuba, São Paulo. No primeiro ano de estudo, de agosto de 2007 a julho de 2008, as coletas foram conduzidas na Trilha do Picadão da Barra, em Picinguaba, e na Trilha da Praia das Palmas, na Ilha Anchieta. Já no segundo ano, de agosto de 2008 a julho de 2009, as áreas estudadas foram: Trilha do Guanambi, em Picinguaba, e Trilha da Represa, na Ilha Anchieta (ver detalhes no Capítulo I).

A fim de se ilustrar as localidades do Estado de São Paulo nas quais outros levantamentos de Euglossini foram desenvolvidos (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Garófalo *et al.*, 1998; Braga & Garófalo, 2000; Camillo *et al.*, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Nascimento *et al.*, 2000; Uehara-Prado & Garófalo, 2006; Serrano & Garófalo, 2008), foi feito um mapa do estado através do software ArcView GIS 3.2a.

3.2. ISCAS ARTIFICIAIS

Quatorze compostos químicos foram selecionados e utilizados para a atração de machos de Euglossini, a saber:

1) – 1,8-cineol (Cineol) ($C_{10}H_{18}O$): também conhecido como eucaliptol, é um dos compostos mais atrativos para machos de Euglossini (Janzen *et al.*, 1982; Neves & Viana, 1997; Bezerra & Martins, 2001; Silva & Rebêlo 2002; Farias *et al.*, 2007). Williams & Whitten (1983), através da cromatografia a gás, encontraram o cineol em espécies de orquídeas dos gêneros *Aspasia* Lindl.,

Clowesia Lindl., *Embreea* Dodson, *Gongora* Ruiz & Pav., *Stanhopea* Frost ex Hook. e *Vanilla* Mill. e o consideraram como um composto altamente atrativo.

2) – 2-feniletanol (Feniletanol) ($C_8H_{10}O$): pouco utilizado em levantamentos de Euglossini, este composto foi isolado em orquídeas dos gêneros *Catasetum* Rich. ex Kunth, *Clowesia*, *Gongora* & *Stanhopea* e classificado como altamente atrativo para os machos (Williams & Whitten, 1983).

3) – β -Ionona ($C_{13}H_{20}O$): este composto foi o mais atrativo em alguns estudos (Nemésio, 2003; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005; Souza *et al.*, 2005). Williams & Whitten (1983) não o encontraram em espécies de orquídeas e assinalaram que é um composto moderadamente atrativo para machos de Euglossini.

4) – β -Mirceno ($C_{10}H_{16}$): conhecido também como mirceno, é um composto muito pouco utilizado em inventários de Euglossini. Foi encontrado em espécies dos gêneros *Catasetum*, *Cynoches* Lindl., *Gongora* e *Stanhopea* e sua atratividade foi mencionada como sendo moderada (Williams & Whitten, 1983).

5) – Acetato de Amila ($C_7H_{14}O_2$): esta substância química foi muito pouco utilizada em levantamentos de Euglossini e não foi isolada por Williams & Whitten (1983) nas amostras extraídas de diversas espécies de orquídeas.

6) – Acetato de Benzila ($C_9H_{10}O_2$): este composto químico foi o mais atrativo em um levantamento feito na região amazônica (Nemésio & Morato, 2004). Foi isolado em amostras de espécies de *Aspasia*, *Catasetum*, *Clowesia*, *Gongora* e *Stanhopea* (Orchidaceae) e de *Spathiphyllum floribundum* N.E.Br. (Araceae), sendo considerado um composto altamente atrativo (Williams & Whitten, 1983).

7) – Benzoato de Benzila ($C_{14}H_{12}O_2$): Williams & Whitten (1983) o encontraram em orquídeas dos gêneros *Aspasia*, *Catasetum*, *Clowesia*, *Cynoches*, *Gongora* e *Stanhopea* e sua atratividade foi qualificada como moderada.

8) – Benzoato de Metila ($C_8H_8O_2$): esta substância foi encontrada nas orquídeas *Catasetum*, *Cynoches* e *Stanhopea* e sua atratividade foi considerada como alta por Williams & Whitten

(1983).9) – Butirato de Etila ($C_6H_{12}O_2$): também conhecido como éter butírico, este composto nunca foi usado como isca artificial em levantamentos da fauna de Euglossini, sendo este o primeiro registro de sua utilização.

10) – Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$): é um dos compostos mais atrativos para machos de Euglossini (Rebêlo & Cabral, 1997; Rebêlo & Garófalo, 1997; Nemésio & Faria-Júnior, 2004). Foi classificado como altamente atrativo e isolado em amostras de espécies do gênero *Gongora* (Orchidaceae) e na arácea *Spathiphyllum floribundum* (Williams & Whitten, 1983).

11) – Linalool ($C_{10}H_{18}O$): substância química muito pouco utilizada em inventários de Euglossini, foi encontrada em amostras das orquídeas *Gongora bufonia* Lindl. e *G. cassidea* Rchb.f. e considerada como sendo moderadamente atrativa (Williams & Whitten, 1983).

12) – Salicilato de Metila ($C_8H_8O_3$): este composto foi considerado como sendo altamente atrativo e presente em amostras de orquídeas dos gêneros *Cynoches* e *Stanhopea* (Williams & Whitten, 1983). É também um dos compostos mais atrativos utilizados em levantamentos de Euglossini (Morato *et al.*, 1992; Neves & Viana, 1997).

13) – *trans*-cinamato de Metila (Cinamato de Metila) ($C_{10}H_{10}O_2$): isolado em amostras de espécies de *Aspasia*, *Embreea*, *Gongora* e *Stanhopea* (Orchidaceae) e classificado como uma isca altamente atrativa para machos de Euglossini (Williams & Whitten, 1983), este composto aromático é a isca mais atrativa para machos de *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville, 1825 (Williams & Dodson, 1972; Morato, 2001; Anjos-da-Silva *et al.*, 2006).

14) – Vanilina ($C_8H_8O_3$): substância amplamente empregada em inventários de Euglossini, sendo uma das iscas mais atrativas para machos (Silva & Rebêlo, 2002; Sofia & Suzuki, 2004; Sofia *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006; Nemésio & Morato, 2004). De acordo com Williams & Whitten (1983), é um composto altamente atrativo e, a despeito de não ter sido encontrado em nenhuma amostra obtida de fragrâncias florais, sua presença foi detectada em frutos maduros de baunilha, *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Orchidaceae), bem como em outras espécies deste gênero.

Foram utilizadas soluções puras de todos os compostos químicos, com exceção do cinamato de metila e da vanilina, cujos cristais foram solubilizados em álcool absoluto até o ponto de saturação. Como descrito no Capítulo I, chumaços de papel absorvente amarrados com barbante foram pendurados nas ramagens de árvores e arbustos das trilhas distantes entre si cerca de 2m, conforme o método de Rebêlo & Garófalo (1991). Cada isca foi embebida com os compostos químicos, de modo que, em razão da evaporação em diferentes taxas, uma recarga de cerca de 1ml de cada substância aromática foi efetuada a cada hora. As coletas foram realizadas em um período de seis horas, entre as 9:00h e 15:00h, período esse em que os machos de Euglossini são mais ativos (Dodson *et al.*, 1969; Santos & Sofia, 2002).

Os compostos aromáticos foram utilizados em períodos distintos, de modo que, no primeiro ano de estudo, o cineol, o eugenol e a vanilina foram as fragrâncias utilizadas, ao passo que as demais (acetato de amila, acetato de benzila, benzoato de benzila, benzoato de metila, β -ionona, β -mirceno, butirato de etila, cinamato de metila, feniletanol, linalool e salicilato de metila) foram utilizadas como iscas durante o segundo ano de coletas.

Figura 1. Mapa do estado de São Paulo com as localidades nas quais levantamentos de Euglossini que utilizaram somente as iscas artificiais cineol, eugenol e vanilina foram realizados: 1 – Ubatuba (presente estudo, dados referentes apenas ao primeiro ano); 2 – Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006); 3 – Jundiaí (Garófalo *et al.*, 1998); 4 – Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000); 5 – Gália (Serrano & Garófalo, 2008); 6 – Matão (Jesus & Garófalo, 2000); 7 – Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997); 8 – Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004); 9 – Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997); 10 – Franca (Nascimento *et al.*, 2000); 11 – Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993); 12 – Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000).

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A fim de se testar a preferência das espécies por cada isca artificial, foi utilizado o programa estatístico BioEstat versão 5.0 (Ayres *et al.*, 1998), de maneira que foi considerado o número de indivíduos de uma espécie que foi atraído por uma dada isca em ambas as áreas estudadas. O teste do Qui-quadrado (χ^2) também foi realizado para a análise de dados categorizados.

Com relação à variação entre as áreas estudadas quanto à preferência pelas iscas, foi utilizado o teste *G* de independência (Sokal & Rohlf, 1981).

Para verificar se havia diferenças sazonais com relação à escolha dos machos de uma espécie por uma determinada fragrância, foi realizado o teste *G* de independência (Sokal & Rohlf, 1981), considerando-se o número de machos atraídos por uma isca em um determinado mês. No caso de Ubatuba, Talora & Morellato (2000) analisaram os dados climatológicos obtidos em 30 anos e apontaram a existência de dois períodos distintos, sendo um super-úmido, compreendido entre os meses de outubro a abril e caracterizado por precipitação acumulada geralmente superior a 180 mm e o outro denominado menos úmido, entre maio e setembro, cujo volume de chuvas é menos intenso, com pluviosidade entre 80 e 160 mm mensais. A variação sazonal foi testada apenas para aquelas espécies que foram coletadas durante todo o ano.

4. RESULTADOS

Um total de 1490 indivíduos, distribuídos em 23 espécies, foi coletado em 14 iscas artificiais, de modo que, destes, 929 espécimes foram amostrados em Picinguaba e os outros 561 na Ilha Anchieta (Tabelas 1 e 2). Em comparação com os dados de Singer & Sazima (2004), oriundos da região de Picinguaba, apenas a espécie *Euglossa viridis* (Perty, 1833) não foi observada no presente estudo (Tabela 3). Estes autores coletaram machos dessa espécie no eugenol, composto aromático que também foi empregado neste trabalho.

No primeiro ano de estudo, foram coletados 992 indivíduos pertencentes a 19 espécies, sendo que destas, onze foram coletadas unicamente nestas iscas, ao passo que 12 espécies representadas por 498 espécimes visitaram os 11 compostos químicos utilizados no segundo ano, com um total de quatro espécies amostradas somente com tais fragrâncias.

Durante as coletas realizadas no primeiro ano, de agosto de 2007 a julho de 2008, foram registrados 656 espécimes em Picinguaba e 336 na Ilha Anchieta (Tabela 1). O cineol foi o composto químico responsável por atrair o maior número de indivíduos coletados, bem como pela maior riqueza, contando com 695 abelhas distribuídas em 14 espécies (Tabelas 4 e 5). O eugenol (Tabelas 6 e 7) e a vanilina (Tabela 8 e 9) apresentaram dados contrastantes, de modo que a maior abundância foi registrada para o primeiro, com um total de 218 espécimes em comparação aos 79 coletados na vanilina, a qual atraiu um maior número de espécies, 11, sendo que nove foram atraídas pelo eugenol.

Já no segundo ano, período compreendido de agosto de 2008 a julho de 2009, pouco mais da metade da abundância registrada no primeiro ano, 498 exemplares, foram coletados em 11 fragrâncias artificiais, sendo 273 indivíduos em Picinguaba e 225 na Ilha Anchieta (Tabela 2). De todas as iscas químicas utilizadas, a β -ionona exerceu maior atratividade, registrando o maior número de indivíduos e de espécies, 332 e seis, respectivamente (Tabelas 10 e 11). Em termos de abundância, as fragrâncias mais visitadas foram: acetato de benzila (69), salicilato de metila (46),

cinamato de metila (21), benzoato de benzila (14), butirato de etila e feniletanol (5 cada), benzoato de metila (3), acetato de amila, β -mirceno e linalool com um indivíduo cada. Por sua vez, a maior riqueza de espécies foi registrada para o benzoato de benzila (5), seguido pelo cinamato de metila (4); acetato de benzila, feniletanol e salicilato de metila, com duas espécies cada; acetato de amila, benzoato de metila, β -mirceno, butirato de etila e linalool, com apenas uma espécie cada isca (Tabelas 12-27).

Tabela 1. Espécies de Euglossini amostradas nas iscas cineol, eugenol e vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. C=Cineol, E=Eugenol, V=Vanilina, T=Total de espécimes, P=Picinguaba e I=Ilha Anchieta.

Espécies	C		E		V		T
	P	I	P	I	P	I	
<i>Eufriesea danielis</i>	1	-	1	-	1	-	3
<i>Eufriesea dentilabris</i>	5	-	-	-	7	-	12
<i>Eufriesea mussitans</i>	-	-	-	-	-	1	1
<i>Eufriesea smaragdina</i>	-	-	2	1	2	1	6
<i>Eufriesea surinamensis</i>	-	-	-	-	6	1	7
<i>Eufriesea violacea</i>	-	2	-	-	-	-	2
<i>Euglossa cordata</i>	92	214	4	4	-	-	314
<i>Euglossa fimbriata</i>	3	1	-	-	-	-	4
<i>Euglossa iopoecila</i>	145	-	69	-	-	-	214
<i>Euglossa ioprosopa</i>	8	1	-	-	-	-	9
<i>Euglossa pleosticta</i>	2	-	1	-	1	-	4
<i>Euglossa sapphirina</i>	179	6	-	-	20	3	208
<i>Euglossa stellfeldi</i>	-	2	33	46	-	1	82
<i>Euglossa townsendi</i>	2	-	1	-	-	-	3
<i>Euglossa truncata</i>	-	-	23	7	-	-	30
<i>Eulaema cingulata</i>	-	-	13	13	20	12	58
<i>Eulaema nigrita</i>	14	11	-	-	1	1	27
<i>Eulaema seabrai</i>	1	4	-	-	-	-	5
<i>Exaerete smaragdina</i>	2	-	-	-	1	-	3
Total	454	241	147	71	59	20	992

Tabela 2. Espécies de Euglossini amostradas nas 11 iscas artificiais utilizadas durante os meses de agosto de 2008 a julho de 2009 nas áreas de Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. AA=Acetato de Amila, AB=Acetato de Benzila, BB=Benzoato de Benzila, BM=Benzoato de Metila, BI= β -Ionona, BY= β -Mirceno, BU=Butirato de Etila, CM=Cinamato de Metila, F=Feniletanol, L=Linalool, SM=Salicilato de Metila, T=Total de espécimes, P=Picinguaba e I=Ilha Anchieta.

Espécies	AA		AB		BB		BM		BI		BY		BU		CM		F		L		SM		T
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	
<i>Eufriesea auriceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Eufriesea surinamensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	3
<i>Euglossa cordata</i>	-	1	-	-	-	2	-	-	81	159	-	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	252
<i>Euglossa iopoecila</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Euglossa roderici</i>	-	-	-	-	6	1	3	-	8	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	42	3	66
<i>Euglossa sapphirina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Euglossa securigera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	8
<i>Euglossa stellfeldi</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	4	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
<i>Eulaema cingulata</i>	-	-	64	3	-	-	-	-	38	15	-	-	3	2	-	-	2	-	-	-	-	-	127
<i>Eulaema helvola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Eulaema seabrai</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	1	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9
<i>Exaerete smaragdina</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	0	1	65	4	9	4	3	0	132	200	0	1	3	2	16	5	4	1	1	0	43	3	498

Tabela 3. Espécies de Euglossini amostradas na região de Ubatuba, SP. 1=Dados referentes ao estudo de Singer & Sazima (2004), realizado de fevereiro de 1999 a fevereiro de 2000 na região de Picinguaba; 2=Dados do presente estudo; C=Cineol; E=Eugenol; V=Vanilina; AA=Acetato de amila; AB=Acetato de benzila; BB=Benzoato de benzila; BM=Benzoato de metila; BI= β -Ionona; BY= β -Mirceno; BU=Butirato de etila; CM=Cinamato de metila; F=Feniletanol; L=Linalool; SM=Salicilato de metila.

Espécies	1*	2
<i>Eufriesea auriceps</i> (Friese, 1899)	-	CM
<i>Eufriesea danielis</i> (Schrottky, 1907)	E V	C E V
<i>Eufriesea dentilabris</i> (Mocsáry, 1897)	V	C V
<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius, 1787)	V	V
<i>Eufriesea smaragdina</i> (Perty, 1833)	V	E V
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	-	V F
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	C	C
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	C SM	C E AA BB BI CM
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	C	C
<i>Euglossa iopoecila</i> Dressler, 1982	C E	C E BB
<i>Euglossa ioprosopa</i> Dressler, 1982	C	C
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	C E	C E V
<i>Euglossa roderici</i> Nemésio, 2009	SM	BB BM BI CM SM
<i>Euglossa sapphirina</i> Moure, 1968	C E V	C V L
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	C	CM
<i>Euglossa stellfeldi</i> Moure, 1947	C E	C E V BB BI
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	-	E
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	-	C E
<i>Euglossa viridis</i> (Perty, 1833)	E	-
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	E V	E V AB BI BU F
<i>Eulaema helvola</i> Moure, 2003	-	BI
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	C V	C V
<i>Eulaema seabrai</i> Moure, 1960	C V	C AB BI BY SM
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	-	C V BB

*Após a análise dos exemplares coletados por Singer & Sazima (2004), foram diagnosticados alguns equívocos com relação à identificação das espécies. O que havia sido identificado como *Eufriesea purpurata* trata-se de três espécies: *Ef. dentilabris*, *Ef. mussitans* e *Ef. smaragdina*. As espécies *Euglossa* cf. *ignita* e *Euglossa* sp.2 correspondem a *Eg. stellfeldi*. Em meio aos exemplares de *Eg. cordata*, havia espécimes de *Eg. fimbriata* e *Eg. securigera*, da mesma maneira que havia um espécime de *Eg. ioprosopa* identificado como *Eg. sapphirina*. Além disso, *Euglossa* cf. *viridis* é *Eg. viridis*, *Euglossa iopyrrha* corresponde a *Euglossa roderici* e *Eufriesea violascens* é *Ef. danielis*. Apesar de constar na tabela de iscas aromáticas como atraída pelo cineol e pela vanilina, machos de *El. seabrai* foram coletados durante comportamento de atração a fêmeas e uma fêmea dessa espécie foi observada coletando barro (Singer & Sazima, 2004).

Tabela 4. Espécies de Euglossini amostradas no cineol de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Euglossa cordata</i>	0	2	7	1	8	28	9	23	6	4	0	4	92
<i>Euglossa sapphirina</i>	14	17	18	1	9	33	31	21	19	0	10	6	179
<i>Euglossa iopoecila</i>	12	14	10	5	3	10	14	20	27	13	10	7	145
<i>Eulaema nigrita</i>	0	0	2	5	1	4	1	1	0	0	0	0	14
<i>Eulaema seabrai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa fimbriata</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa ioprosopa</i>	0	0	0	1	0	1	3	1	2	0	0	0	8
<i>Eufriesea dentilabris</i>	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	5
<i>Eufriesea danielis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa townsendi</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Euglossa pleosticta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2

Tabela 5. Espécies de Euglossini amostradas no cineol de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Euglossa cordata</i>	19	31	9	4	13	16	38	29	26	13	0	16	214
<i>Euglossa sapphirina</i>	0	0	1	0	0	0	4	0	1	0	0	0	6
<i>Eulaema nigrita</i>	0	0	2	1	4	0	2	1	0	1	0	0	11
<i>Eulaema seabrai</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Euglossa fimbriata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea violacea</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa ioprosopa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2

Tabela 6. Espécies de Euglossini amostradas no eugenol de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Euglossa iopoecila</i>	12	1	3	5	3	8	7	9	7	3	6	5	69
<i>Euglossa truncata</i>	2	0	14	0	0	2	2	3	0	0	0	0	23
<i>Euglossa stellfeldi</i>	1	3	4	2	0	6	3	4	9	0	1	0	33
<i>Eulaema cingulata</i>	2	0	2	1	0	2	0	2	1	2	1	0	13
<i>Euglossa cordata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4
<i>Eufriesea smaragdina</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Eufriesea danielis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa pleosticta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa townsendi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 7. Espécies de Euglossini amostradas no eugenol de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Euglossa truncata</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	4	7
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	0	8	8	15	6	7	1	0	1	46
<i>Eulaema cingulata</i>	1	2	2	0	0	0	1	1	1	2	0	3	13
<i>Euglossa cordata</i>	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Eufriesea smaragdina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 8. Espécies de Euglossini amostradas na vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	1	3	2	3	1	0	0	3	3	1	2	1	20
<i>Euglossa sapphirina</i>	0	0	4	0	3	3	1	3	3	1	2	0	20
<i>Eufriesea surinamensis</i>	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Eufriesea dentilabris</i>	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	7
<i>Eulaema nigrita</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea smaragdina</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Eufriesea danielis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa pleosticta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Tabela 9. Espécies de Euglossini amostradas na vanilina de agosto de 2007 a julho de 2008 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	0	5	0	1	1	0	1	0	1	0	0	3	12
<i>Euglossa sapphirina</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
<i>Eufriesea surinamensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eulaema nigrita</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea smaragdina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea mussitans</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 10. Espécies de Euglossini amostradas na β -ionona de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa cordata</i>	3	3	2	0	1	11	17	14	15	14	0	1	81
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4
<i>Eulaema cingulata</i>	1	1	0	1	0	1	0	6	3	9	15	1	38
<i>Eulaema seabrai</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa roderici</i>	0	0	0	0	1	0	3	2	1	1	0	0	8

Tabela 11. Espécies de Euglossini amostradas na β -ionona de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa cordata</i>	16	18	2	0	0	9	0	11	14	40	27	22	159
<i>Euglossa stellfeldi</i>	4	0	0	0	0	1	0	4	4	3	1	4	21
<i>Eulaema cingulata</i>	3	4	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	15
<i>Eulaema seabrai</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Eulaema helvola</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 12. Número de indivíduos coletados no acetato de amila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabela 13. Espécies de Euglossini amostradas no acetato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	2	4	3	0	7	1	4	8	4	17	11	3	64
<i>Eulaema seabrai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 14. Espécies de Euglossini amostradas no acetato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3
<i>Eulaema seabrai</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 15. Espécies de Euglossini amostradas no benzoato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa roderici</i>	1	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6
<i>Euglossa iopocila</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Tabela 16. Espécies de Euglossini amostradas no benzoato de benzila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa roderici</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa cordata</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Tabela 17. Número de indivíduos coletados no benzoato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa roderici</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3

Tabela 18. Número de indivíduos coletados no β -mirceno de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eulaema seabrai</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 19. Número de indivíduos coletados no butirato de etila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3

Tabela 20. Número de indivíduos coletados no butirato de etila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eulaema cingulata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Tabela 21. Espécies de Euglossini amostradas no cinamato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa securigera</i>	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	7
<i>Euglossa cordata</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	7
<i>Euglossa roderici</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2

Tabela 22. Espécies de Euglossini amostradas no cinamato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa securigera</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea auriceps</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa cordata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa roderici</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabela 23. Espécies de Euglossini amostradas no feniletanol de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eufriesea surinamensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Eulaema cingulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2

Tabela 24. Número de indivíduos coletados no feniletanol de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Eufriesea surinamensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 25. Número de indivíduos coletados no linalool de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa sapphirina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Tabela 26. Espécies de Euglossini amostradas no salicilato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 em Picinguaba, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa roderici</i>	1	3	3	3	1	3	11	13	0	2	2	0	42
<i>Eulaema seabrai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 27. Número de indivíduos coletados no salicilato de metila de agosto de 2008 a julho de 2009 na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09	Fev/09	Mar/09	Abr/09	Mai/09	Jun/09	Jul/09	Total
<i>Euglossa roderici</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3

Considerando-se as espécies mais abundantes, cujo número de indivíduos excedeu vinte, apenas os machos de *Eg. truncata* foram atraídos por uma só isca, o eugenol (Figura 2). Todas as demais demonstraram preferências por uma determinada fragrância em comparação às outras. Pela análise dos dados do primeiro ano, cerca de 97% dos espécimes de *Eg. cordata* foram coletados no cineol diante de apenas 2,55% que visitaram o eugenol (Figura 3). A preferência pelo cineol também foi atestada para *Eg. sapphirina*, com 88,94% dos indivíduos coletados nessa isca, enquanto 11,06% foram atraídos pela vanilina (Figura 4); para *Eg. iopoecila*, com mais de 67% no cineol frente aos 32,25% atraídos pelo eugenol (Figura 5) e também para *El. nigrita*, contando com 92,59% dos machos coletados no cineol e apenas 7,41% na vanilina (Figura 6). Já os espécimes de *Eg. stellfeldti* foram majoritariamente, cerca de 96% do total, coletados no eugenol, ao passo que apenas 2,44% visitaram o cineol e 1,22% a vanilina (Figura 7). No caso de *El. cingulata*,

aproximadamente 55% dos indivíduos foram coletados na vanilina e 44,83% no eugenol, de modo que não houve diferenças significativas com relação à preferência por uma dada isca (Figura 8).

Mesmo com um número maior de iscas utilizadas no segundo ano, foram observadas preferências por determinadas fragrâncias, como a β -ionona, visitada por 95,24% de *Eg. cordata* (3,57% no cinamato de metila, 0,79% no benzoato de benzila e 0,39% no acetato de amila) (Figura 9) e *Eg. stellfeldi*, com 92,59% dos machos coletados (7,41% no benzoato de benzila) (Figura 10). Machos de *El. cingulata*, a exemplo dos dados do primeiro ano, não foram atraídos preferencialmente por uma única fragrância, uma vez que 52,76% dos indivíduos foram coletados no acetato de benzila, 41,73% na β -ionona, 3,94% no butirato de etila e 1,57% no feniletanol (Figura 11). Para *Eg. roderici*, registrada apenas no segundo ano, a isca mais atrativa foi o salicilato de metila, contando com 68,18% dos machos dessa espécie, seguida pela β -ionona, com 12,12%; benzoato de benzila com 10,60% e benzoato de metila e cinamato de metila com 4,54% cada uma (Figura 12).

Figura 2. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. truncata* coletados no eugenol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 3. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. cordata* coletados no cineol e eugenol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 4. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. sapphirina* coletados no cineol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 5. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. iopoecila* coletados no cineol e eugenol em Picinguaba, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 6. Flutuação mensal dos indivíduos de *El. nigrata* coletados no cineol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 7. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. stellfeldti* coletados no cineol, eugenol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 8. Flutuação mensal dos indivíduos de *El. cingulata* coletados no eugenol e vanilina em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Figura 9. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. cordata* coletados no acetato de amila, benzoato de benzila, β-ionona e cinamato de metila em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.

Figura 10. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. stellfeldi* coletados no benzoato de benzila e β-ionona em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.

Figura 11. Flutuação mensal dos indivíduos de *El. cingulata* coletados no acetato de benzila, β -ionona, butirato de etila e feniletanol em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.

Figura 12. Flutuação mensal dos indivíduos de *Eg. roderici* coletados no benzoato de benzila, benzoato de metila, β -ionona, cinamato de metila e salicilato de metila em Picinguaba e Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, de agosto de 2008 a julho de 2009.

No que refere à preferência por fragrâncias, os dados resultantes deste estudo, de maneira geral, apresentam-se consonantes àqueles obtidos em outras localidades do estado de São Paulo (Tabela 28). Este fato pode também ser visualizado mesmo para as espécies que foram pouco representativas em Ubatuba, como *Eg. pleosticta* e *Ex. smaragdina*, as quais não demonstraram preferências estritas por uma determinada isca artificial, a exemplo do que foi constatado em outras áreas (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Mateus *et al.*, 1993; Braga & Garófalo, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Serrano & Garófalo, 2008). A exceção se faz apenas para *Eg. truncata*, cujos machos foram atraídos exclusivamente pelo eugenol, ao passo que os outros autores já citados também os registraram no cineol e, no caso de Serrano & Garófalo (2008), na vanilina, ainda que, contudo, em um baixo número. Duas espécies em particular, *Ef. auriceps* e *Eg. securigera*, foram amostradas somente no segundo ano, por meio do cinamato de metila, embora, em outras áreas estudadas (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1997; Jesus & Garófalo, 2000), machos dessas espécies tenham sido atraídos pela vanilina, no caso da primeira, e pelo cineol e eugenol, em referência a *Eg. securigera*. O baixo registro de *Eg. townsendi* no cineol e eugenol se conforma às informações de Rebêlo & Garófalo (1997), que também coletaram apenas três machos dessa espécie nestes compostos aromáticos.

Tabela 28. Espécies de Euglossini amostradas em levantamentos realizados em áreas de Mata Atlântica de diferentes localidades do estado de São Paulo, com o uso dos compostos aromáticos cineol, eugenol e vanilina. Ub=Ubatuba (presente estudo), Pi=Pindamonhangaba (Uehara-Prado & Garófalo, 2006), Ju=Jundiaí (Garófalo *et al.*, 1998), Mo=Mogi Guaçu (Camillo *et al.*, 2000), Ga=Gália (Serrano & Garófalo, 2008), Se=Sertãozinho (Rebêlo & Garófalo, 1997), Ca=Cajuru (Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997), Ma=Matão (Jesus & Garófalo, 2000), Ri=Ribeirão Preto (Jesus & Garófalo, 2004), Fr=Franca (Nascimento *et al.*, 2000), Pe=Pedregulho (Mateus *et al.*, 1993), Pa=Paulo de Faria (Braga & Garófalo, 2000), C=Cineol, E=Eugenol, V=Vanilina, si=sem informações.

Espécies	Áreas amostradas no estado de São Paulo											
	Ub	Pi	Ju [*]	Mo	Ga	Se	Ca	Ma	Ri	Fr	Pe	Pa
<i>Eufriesea auriceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	si	V	-
<i>Eufriesea danielis</i>	CEV	si	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eufriesea dentilabris</i>	CV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eufriesea mussitans</i>	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eufriesea smaragdina</i>	EV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eufriesea surinamensis</i>	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
<i>Eufriesea violacea</i>	C	CV	si	si	C	CV	V	CV	CV	si	CV	-
<i>Euglossa annectans</i>	-	si	si	si	CEV	CE	C	CE	CEV	si	C	-
<i>Euglossa cordata</i>	CE	-	si	si	C	C	C	C	CE	si	C	-
<i>Euglossa despecta</i>	-	-	si	-	-	-	C	C	-	-	-	-
<i>Euglossa fimbriata</i>	C	si	si	si	C	CE	CEV	C	C	si	C	-
<i>Euglossa imperialis</i>	-	-	-	-	-	-	C	-	-	si	C	-
<i>Euglossa iopoeila</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglossa ioprosopa</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglossa leucotricha</i>	-	-	-	-	-	-	C	-	-	si	-	-
<i>Euglossa melanotricha</i>	-	-	si	si	CE	C	CE	-	-	si	CE	-
<i>Euglossa pleosticta</i>	CEV	-	si	si	CEV	CEV	CEV	CEV	CEV	si	CEV	CEV
<i>Euglossa sapphirina</i>	CV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglossa securigera</i>	-	-	-	-	-	-	C	C	-	-	CE	-
<i>Euglossa stellfeldi</i>	CEV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglossa townsendi</i>	CE	-	-	-	-	E	C	-	-	-	-	-
<i>Euglossa truncata</i>	E	si	si	si	CEV	CE	CE	CE	CE	si	CE	CE
<i>Eulaema cingulata</i>	EV	si	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulaema nigrita</i>	CV	si	si	si	CEV	CV	CV	CV	CV	si	CV	CEV
<i>Eulaema seabrai</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exaerete smaragdina</i>	CV	si	si	si	C	CEV	CEV	C	C	si	-	EV
Total de espécies	19	8	11	9	9	10	14	10	8	12	11	5

* Há ainda uma espécie não identificada do gênero *Euglossa*.

Foram constatadas diferenças significativas somente quanto à variação sazonal para o cineol na área de Picinguaba (Tabela 29), de maneira que as espécies mais coletadas nesta fragrância, *Eg. sapphirina*, *Eg. iopoeila* e *Eg. cordata*, apresentaram picos de abundância entre janeiro e abril de 2008, meses mais quentes e úmidos (Figura 13). No que se refere à variação geográfica, houve

diferenças estatísticas entre Picinguaba e Ilha Anchieta para três compostos químicos: cineol, eugenol e β -ionona (Tabela 29).

Figura 13. Flutuação mensal das espécies de Euglossini coletadas no cineol em Picinguaba, Ubatuba, SP, de agosto de 2007 a julho de 2008.

Em Picinguaba, além do valor mais expressivo de indivíduos atraídos pelo cineol, 454 contra 241 na Ilha, as espécies mais dominantes foram *Eg. sapphirina*, *Eg. iopoeila* e *Eg. cordata*, ao passo que apenas *Eg. cordata* foi responsável por quase 89% do total de espécimes coletados na Ilha Anchieta (Tabela 1). Com relação ao eugenol, as diferenças se devem à dominância da espécie *Eg. iopoeila* em Picinguaba, a qual não foi registrada na Ilha, e o maior número de espécimes de *Eg. truncata* coletado naquela em comparação à esta, além da abundância de indivíduos, 147 em Picinguaba contra 71 na Ilha (Tabela 1). No caso da β -ionona, *Eg. cordata* prevaleceu nas coletas da Ilha, contando com 159 espécimes frente aos 81 registrados em Picinguaba, de maneira que,

nesta área, *El. cingulata* foi mais representativa, com 38 indivíduos, enquanto 15 exemplares foram coletadas na Ilha (Tabela 2).

O butirato de etila, utilizado pela primeira vez como isca artificial para atração de machos de Euglossini, não se mostrou eficiente, uma vez que apenas cinco machos de *El. cingulata* foram atraídos por este composto químico. Da mesma maneira, as fragrâncias acetato de amila, benzoato de metila, β -mirceno e linalool atraíram não mais que três indivíduos cada qual, sendo que apenas uma espécie foi atraída por cada isca (Tabela 2).

Tabela 29. Valores de *P* e do Teste *G* de independência aferidos para as iscas artificiais cineol, eugenol, vanilina, acetato de benzila, benzoato de benzila, β -ionona, cinamato de metila, feniletanol e salicilato de metila. Os números em negrito evidenciam diferenças estatísticas significativas.

Fragrâncias	Teste <i>G</i>		<i>P</i>		Teste <i>G</i>	<i>P</i>
	Picinguaba	Ilha	Picinguaba	Ilha	Entre as áreas	Entre as áreas
Cineol	198,44	78,31	<0,0001	0,4369	419,9212	<0,0001
Eugenol	109,63	69,42	0,0591	0,0086	84,2344	<0,0001
Vanilina	81,03	33,15	0,6877	0,9998	16,9089	0,0764
Acetato de Benzila	5,83	1,73	0,8842	0,9993	3,2733	0,0704
Benzoato de Benzila	12,41	8,32	0,9996	0,9962	8,2373	0,0833
β -Ionona	87,10	43,70	0,0001	0,4844	49,1882	<0,0001
Cinamato de Metila	20,24	9,50	0,5683	0,9999	3,6706	0,2993
Feniletanol	6,73	5,55	0,8205	0,9019	1,1849	0,2764
Salicilato de Metila	5,14	5,00	0,9244	0,9312	0,1364	0,7119

Não apenas machos, mas fêmeas também foram atraídas pelas iscas. Uma fêmea de *Eg. cordata* foi atraída pelo acetato de amila na Ilha Anchieta, ao passo que 13 dos 14 espécimes de *El. seabrai* que foram coletados em distintas fragrâncias eram fêmeas, exceto apenas por um macho

coletado na β -ionona (Tabelas 1 e 2). As fêmeas de *El. seabrai* atraídas pelo cineol apresentavam um tipo de resina translúcida em suas corbículas e certamente estavam em atividades de construção de ninhos e células de cria. Já àquelas coletadas nas demais fragrâncias, como acetato de benzila, β -ionona, β -mirceno e salicilato de metila, portavam massas de pólen, o que indica que estavam em período de atividades de aprovisionando das células.

5. DISCUSSÃO

Através do emprego de 14 iscas aromáticas artificiais, foram amostradas 23 espécies de Euglossini para a região de Ubatuba, além do registro de *Euglossa viridis* feito por Singer & Sazima (2004), o que aumenta este total para 24 espécies. A ampliação do espectro de compostos aromáticos utilizados em um levantamento, ainda que favoreça o registro de espécies que são estritamente coletadas em uma ou poucas iscas-odores, não parece ser um dos fatores mais pertinentes no tocante ao aumento da amostragem da diversidade da fauna de Euglossini de uma dada região. Dodson *et al.* (1969), em levantamentos realizados desde o México até as Guianas, empregando os mesmos cinco compostos aromáticos utilizados em todas as áreas, registraram valores de riqueza que variaram entre quatro e 48 espécies. Em uma escala menor, Janzen *et al.* (1982) observaram que o número de espécies de Euglossini oscilou de 13 para 27 ao empregar as mesmas iscas artificiais em distintas zonas da Costa Rica. Considerando estas informações para o bioma da Mata Atlântica, estudos desenvolvidos em um gradiente latitudinal de mais de 3000 km (Wittmann *et al.*, 1988; Neves & Viana, 1997; Bonilla-Gómez, 1999; Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002; Nemésio, 2003; Sofia *et al.*, 2004; Martins & Souza, 2005; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005; Nemésio & Silveira, 2006; Ramalho *et al.*, 2009) demonstraram que a riqueza específica não variou quanto ao número de fragrâncias artificiais utilizadas, uma vez que Bonilla-Gómez (1999) amostrou 31 espécies de Euglossini por meio de cinco iscas-odores, ao passo que apenas dez espécies foram registradas por Peruquetti *et al.* (1999) através de 16 compostos químicos empregados.

No presente estudo, com o uso das fragrâncias cineol, eugenol e vanilina foram coletados 992 espécimes de 19 espécies, um total que representa aproximadamente o dobro do que foi amostrado por meio das outras 11 iscas utilizadas no segundo ano de estudo, com 498 indivíduos de 12 espécies. Estes dados evidenciam que a combinação dos compostos cineol-eugenol-vanilina, como já mencionado por outros autores (Dressler, 1982; Janzen *et al.*, 1982; Pearson & Dressler,

1985; Neves & Viana, 1997; Rebêlo & Garófalo, 1997; Bezerra & Martins, 2001; Silva & Rebêlo 2002; Nemésio & Morato, 2004; Sofia & Suzuki, 2004; Sofia *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006; Farias *et al.*, 2007), apresenta uma maior eficácia para a atração de machos de Euglossini quando equiparados a outras fragrâncias artificiais, tanto em termos de abundância quanto de riqueza específica. Utilizada na ausência daquelas três iscas, a β -ionona foi o composto mais atrativo dentre as outras dez fragrâncias em termos de diversidade, de modo que no caso da abundância, isto se deva à preferência da espécie *Eg. cordata* (92,67% dos indivíduos coletados na β -ionona), que representou cerca de 45% do total de abelhas amostrado no segundo ano. Este dado também foi observado em outro ecossistema de Mata Atlântica por Souza *et al.* (2005).

Embora as variações geográficas quanto à preferência por um dado composto aromático tenham sido estatisticamente significativas apenas para o cineol, o eugenol e a β -ionona, vale ressaltar que estas três fragrâncias foram responsáveis pelo maior número de indivíduos atraídos em comparação com as demais iscas, sendo que o cineol e o eugenol apresentaram 70,06% e 21,97% dos indivíduos coletados no primeiro ano, ao passo que a vanilina obteve somente 7,96% do total amostrado. O mesmo é válido para a β -ionona, cuja proporção de abelhas coletadas foi de 66,67% do total no segundo ano, o que representa dois terços da abundância registrada frente às outras dez iscas-odores utilizadas. Possivelmente, este resultado está associado à composição faunística das duas áreas, uma vez que *Eg. iopoecila*, espécie mais abundante em Picinguaba e ausente na Ilha, foi responsável pela maior porcentagem de machos atraídos ao eugenol e o segundo maior número ao cineol na primeira área. Similarmente, *Eg. sapphirina* respondeu pela maior proporção de indivíduos coletados no cineol em Picinguaba, de modo que a representatividade desta espécie na Ilha Anchieta foi inexpressiva. A variação geográfica concernente à preferência por fragrâncias de machos de Euglossini também foi apontada por outros autores (Pearson & Dressler, 1985; Ackerman, 1989; Farias *et al.*, 2007; Ramírez *et al.*, 2010) o que, segundo Ackerman (1989), pode ser oriunda da diferença etária e genética dos indivíduos de uma dada população ou mesmo da disponibilidade de fontes de fragrâncias florais de uma determinada região.

No caso da variação sazonal, somente o cineol apresentou diferenças estatísticas significativas em Picinguaba, visto que as espécies mais atraídas por este composto apresentaram picos de atividades durante os meses mais quentes e úmidos, período compreendido entre janeiro e abril. Ackerman (1989) registrou variação sazonal entre as 21 espécies estudadas de Euglossini, de maneira que algumas delas apresentaram forte relação entre a estação climática e a preferência por fragrâncias. Variações sazonais também foram apontadas por Pearson & Dressler (1985) para as espécies mais abundantes, sobretudo para aquelas que eram atraídas por muitas fragrâncias. Da mesma maneira, Wittmann *et al.* (1989) documentaram que machos de *Ef. violacea* alteravam gradualmente a sua preferência por fragrâncias ao longo da estação, demonstrando alta preferência pela vanilina no início das estações a qual decrescia de maneira linear ao passo que aumentava sua preferência pelo cineol. Os padrões de atividades de forrageamento e coleta de fragrâncias florais podem estar fortemente influenciados pela estrutura etária das populações de abelhas, como apontado por Zimmerman & Madriñán (1988) para a espécie *Euglossa imperialis* Cockerell, 1922.

Apenas os machos de Euglossini são atraídos pelos compostos aromáticos utilizados como iscas-odores (Cameron, 2004) e por flores de espécies de orquídeas das subtribos Stanhopeinae e Catasetinae, as quais são visitadas somente para a coleta de fragrâncias florais (Williams & Whitten, 1983). Entretanto, no presente estudo, fêmeas de *El. seabrai* foram atraídas pelo cineol, beta-ionona, acetato de benzila, salicilato de metila e beta-mirceno. No caso do cineol, as fêmeas coletadas portavam resina em suas corbículas e poderiam ter sido atraídas por esse composto quando buscavam por fontes de resina. Segundo Lunau (1992), a resina é um recurso utilizado pelas fêmeas para a construção dos ninhos, de maneira que podem apresentar óleos essenciais compostos por monoterpenos como o cineol, o qual foi identificado por Rao *et al.* (2007) como um dos principais constituintes do óleo essencial da resina de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Burseraceae). No que se refere às outras fragrâncias, as fêmeas que foram atraídas apresentavam massas de pólen em suas corbículas e possivelmente visitaram tais substâncias em busca de flores para a coleta de recursos. A beta-ionona, o salicilato de metila e o acetato de benzila são compostos

encontrados em fragrâncias florais de uma ampla gama de plantas de diversas famílias (Knudsen *et al.*, 2006).

À exceção de *Eg. truncata*, todas as outras espécies cujo número excedeu 20 exemplares tiveram machos atraídos por mais de um composto aromático, embora tenham sido constatadas preferências por uma dada fragrância. Dados de levantamentos realizados no interior de São Paulo apresentam resultados similares quanto à preferência de espécies por determinadas iscas-odores, como *Eg. cordata* e *El. nigrita* pelo cineol e *Eg. truncata* pelo eugenol (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Jesus & Garófalo, 2000; 2004). Estes mesmos autores também notaram o comportamento generalista de *Eg. pleosticta*, espécie representativa em suas amostragens, cujos machos foram atraídos pelo cineol, eugenol e vanilina, a exemplo do presente estudo, uma vez que os quatro machos dessa espécie foram capturados nessas três fragrâncias. Por outro lado, machos de *Eg. securigera* foram coletados pelo cinamato de metila, ao passo que em outras áreas o cineol e, em menos escala o eugenol, foram os compostos mais atrativos para esta espécie (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Jesus & Garófalo, 2000). Além de ocorrer a variação geográfica na preferência por fragrâncias, que segundo Ackerman (1989) é muito comum, é importante ressaltar que os outros estudos dispuseram apenas as três iscas: cineol (C), eugenol (E) e vanilina (V), restringindo, dessa forma, o espectro de fragrâncias que uma espécie poderia coletar. O cinamato de metila, assim como outras iscas utilizadas no presente estudo, ainda são pouco exploradas em levantamentos de machos de Euglossini, o que seria muito pertinente, visto que algumas espécies são atraídas por tais fragrâncias, conforme observado neste estudo para *Eg. roderici* e também para *Ef. auriceps* e *Eg. securigera*, as quais foram registradas em outros estudos no interior de São Paulo, porém nas três iscas-padrão (CEV) (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Jesus & Garófalo, 2000; Nascimento *et al.*, 2000).

Durante décadas, o papel da coleta de compostos aromáticos por machos de abelhas Euglossini tem sido motivo de especulações e controvérsias entre muitos pesquisadores que se dedicaram ao estudo do tema (Vogel, 1963; 1966; Dodson *et al.*, 1969; Dressler, 1982; Williams &

Whitten, 1983; Whitten *et al.*, 1989; Lunau, 1992; Eltz *et al.*, 1999; Roubik & Hanson, 2004). Uma das hipóteses mais aceitas atribuía às fragrâncias coletadas a função de precursores de feromônios sexuais que, por sua vez, seriam utilizados para a atração de fêmeas para a cópula (Dodson *et al.*, 1969; Dressler, 1982; Williams & Whitten, 1983). Porém, Eltz *et al.* (1999), através de testes com cromatografia a gás, notaram que não havia alterações qualitativas no perfil químico dos compostos aromáticos armazenados nas tíbias posteriores de machos de *Eg. imperialis* mantidos em gaiolas experimentais por cerca de 15 dias.

Outra questão aventada sobre a coleta das fragrâncias seria o seu papel na atração de machos coespecíficos para compor os chamados “leks”, grupos de machos que se reúnem para cortejar fêmeas (Dodson *et al.*, 1969). Esta teoria também foi refutada, sobretudo quando Kimsey (1980) e Stern (1991) observaram que, normalmente, machos de Euglossini exibem comportamentos de corte em territórios não ocupados por outros machos. O reconhecimento intraespecífico também foi cogitado, uma vez que Eltz *et al.* (1999) encontraram diferenças significativas na composição química das tíbias posteriores dos machos de três espécies de *Euglossa* Latreille, 1802 da América Central. No entanto, como as fêmeas de Euglossini não são atraídas pelos compostos aromáticos utilizados tanto em sua forma pura como reunidos em combinações, faz com que essa hipótese seja pouco factível (Ackerman, 1989).

Roubik & Hanson (2004) endossam a função das fragrâncias como indicadores de “bons genes” que um macho possui. De acordo com esses autores, há vários aspectos que poderiam corroborar esta teoria, como 1) - a toxicidade dos compostos aromáticos coletados, que seria uma desvantagem para os machos que os portam (Eltz *et al.*, 1999); 2) - a manutenção das fragrâncias em seu estado natural, visto que estas não se volatilizam ou se alteram quimicamente com o tempo, como atestado por Eltz *et al.* (1999) com machos mantidos em laboratório; 3) - é necessário tempo suficiente para acumular uma gama mais ampla e específica de compostos aromáticos, já que as plantas que oferecem tais fragrâncias não estão disponíveis em um mesmo período (Ackerman, 1983) e 4) - machos mais velhos apresentam mais compostos acumulados e em maior quantidade

quando comparados aos mais jovens, o que seria um sinal para a fêmea de que tal macho possui maior capacidade de voo e deslocamento, que evitou predadores e outros inimigos naturais e que competiu com outros machos para manter seu território de display para a cópula (Roubik & Hanson, 2004). Os autores ainda ressaltam o fato de que os machos alteram suas preferências por determinados compostos ao longo do tempo e relacionam este comportamento à tentativa de reunir o maior espectro possível de fragrâncias em suas tíbias, o que também estaria associado à seleção sexual. No caso do presente estudo, as espécies de Euglossini mais abundantes demonstraram ser generalistas quanto à coleta de fragrâncias artificiais, exceto apenas *Eg. truncata*, a qual teve todos os machos coletados em apenas uma isca-odor, o que seria um contraponto à teoria proposta por Roubik & Hanson (2004). Contudo, estes autores ponderam que nem todos os machos coletam uma grande variedade de compostos, visto que cada indivíduo tem um histórico particular de coleta de fragrâncias. Além disso, machos de *Eg. truncata* coletados em outras áreas de Mata Atlântica do estado de São Paulo (Mateus *et al.*, 1993; Rebêlo & Garófalo, 1991; 1997; Braga & Garófalo, 2000; Jesus & Garófalo, 2000; 2004; Serrano & Garófalo, 2008), foram registrados em outras iscas artificiais, reforçando a hipótese de Ackerman (1989) sobre a variação geográfica no tocante à preferência por compostos.

Em um estudo mais recente, Zimmermann *et al.* (2009), por meio de análises químicas e moleculares das fragrâncias coletadas por 15 espécies de *Euglossa*, documentaram que a maior discrepância entre os compostos químicos se deu entre as linhagens que se divergiram recentemente, o que sugere que a preferência por fragrâncias por machos de Euglossini evoluiu rapidamente durante os primeiros estágios da especiação e que isto levaria ao isolamento pré-reprodutivo. No entanto, apesar do número de hipóteses e questões levantadas a respeito do papel das fragrâncias coletadas por machos de Euglossini, a falta de informações sobre a etologia e, principalmente, sobre o comportamento de cópula das espécies dificulta uma análise mais acurada que permita avaliar tais teorias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.D. 1983. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. **Ecology** **64**: 274-283.
- ACKERMAN, J.D. 1989. Geographic and seasonal variation in fragrance choice and preferences of male euglossine bees. **Biotropica** **21**: 340-347.
- ACKERMAN, J.D. & MONTALVO, A.M. 1985. Longevity of euglossine bees. **Biotropica** **17**: 79-81.
- ANJOS-DA-SILVA, E.J.; CAMILLO, E. & GARÓFALO, C.A. 2006. Occurrence of *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 868-870.
- AYRES, M.; AYRES-JUNIOR, M.A.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 1998. **BIOESTAT. Aplicações Estatísticas nas ciências Biológicas e Médicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, 193p.
- BECKER, P.; MOURE, J.S. & PERALTA, F.J.A. 1991. More about euglossine bees in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica** **23**: 340-591.
- BEZERRA, C.P. & MARTINS, C.F. 2001. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **18**: 823-825.

- BONILLA-GÓMEZ, M.A. 1999. **Caracterização da estrutura espaço-temporal da comunidade de abelhas euglossinas (Hymenoptera, Apidae) na Hiléia Baiana**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 153p.
- BRAGA, A.K.; GARÓFALO, C.A. 2000. As espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia**: 180-180.
- CAMERON, S.A. 2004. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Entomology** **49**: 377-404.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. & SERRANO, J.C. 2000. Espécies de Euglossini da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, SP. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 300-300.
- CARVALHO, C.C.; RÊGO, M.M.C. & MENDES, F.N. 2006. Dinâmica de populações de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em mata ciliar, Urbano Santos, Maranhão, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia** **96**: 249-256.
- CRUZ-LANDIM, C.; STORT, A.C.; COSTA-CRUZ, M.A. & KATAJIMA, E.W. 1985. Órgão tibial dos machos de Euglossini: estudo ao microscópio óptico e eletrônico. **Revista Brasileira de Biologia** **25**: 323-341.
- DODSON, C.H. & FRYMIRE, C.P. 1961. Preliminary studies in the genus *Stanhopea*. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **58**: 137-172.

- DODSON, C.H. & HILLS, H.G. 1966. Gas chromatography of orchid fragrances. **American Orchid Society Bulletin** **35**: 720-725.
- DODSON, C.H.; DRESSLER, H.G.; HILLS, R.M.; ADAMS, R.M. & WILLIAMS, N.H. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science** **164**: 1243-1249.
- DRESSLER, R.L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 373-394.
- DRESSLER, R.L. 1985. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of the Tambopata reserved zone, Madre de Dios, Perú. **Revista Peruana de Entomología** **27**: 75-79.
- ELTZ, T.; WHITTEN, W.M.; ROUBIK, D.W. & LINSSENMAIR, K.E. 1999. Fragrance, collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemical Ecology** **25**: 157-176.
- ELTZ, T.; ROUBIK, D.W. & WHITTEN, W.N. 2003. Fragrances, male display and mating behaviour of *Euglossa hemichlora* – a flight cage experiment. **Physiological Entomology** **28**: 251-260.
- ELTZ, T.; SAGER, A. & LUNAU, K. 2005a. Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. **Journal of Comparative Physiology A** **191**: 575-581.
- ELTZ, T.; ROUBIK, D.W. & LUNAU, K. 2005b. Experience-dependent choices ensure species-specific fragrance accumulation in male orchid bees. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **59**: 1409-156.

- ENGEL, M.S. 1999. The first fossil *Euglossa* and phylogeny of the orchid bees (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **American Museum Novitates** 3272: 1-14.
- FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H. & MARTINS, C.F. 2007. Horário de atividade de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) e preferência por fragrâncias artificiais em mata e dunas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology** 36: 863-867.
- GARÓFALO, C.A. 1985. Social structure of *Euglossa cordata* nests (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Entomologia Generalis** 11: 77-83.
- GARÓFALO, C.A. 1994. Biologia de nidificação dos Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). **Anais do Encontro sobre Abelhas** 1: 17-26.
- GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; AUGUSTO, S.C.; JESUS, B.M.V. & SERRANO, J.C. 1998. Diversidade e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros** 3: 72-79.
- GERLACH, G. & SCHILL, R. 1991. Composition of orchid scents attracting euglossine bees. **Botanica Acta** 104: 379-391.
- JANZEN, D.H.; DEVRIES, P.J.; HIGGINS, M.L. & KIMSEY, L.S. 1982. Seasonal and site variation in Costa Rica euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forest. **Ecology** 63: 66-74.

- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Riqueza e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Mata da Virgínia, Matão, São Paulo. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 239-245.
- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2004. The ecological diversity of Euglossini (Hymenoptera, Apidae) at a forest fragment in Ribeirão Preto. **Proceedings of the 8th International Conference on Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas**: 529-529.
- KIMSEY, L.S. 1980. The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. **Animal Behavior** **28**: 996-1004.
- KNUDSEN, J.T.; ERIKSSON, R.; GERSHENZON, J. & STÅHL, B. 2006. Diversity and distribution of floral scent. **The Botanical Review** **72**: 1-120.
- LINDQUIST, N.; BATTISTE, M.A.; WHITTEN, W.M.; WILLIAMS, N.H. & STREKOWSKI, L. 1985. Trans-carvone oxide, a monoterpene epoxide from the fragrance of *Catasetum*. **Phytochemistry** **24**: 863-865.
- LOCKHART, P.J. & CAMERON, S.A. 2001. Trees of bees. **Trends in Ecology and Evolution** **16**: 84-88.
- LOPEZ, D.F. 1963. Two attractants for *Eulaema tropica* L. **Journal of Economic Entomology** **56**: 540.
- LUNAU, K. 1992. Evolutionary aspects of perfume collection in male euglossine bees (Hymenoptera) and of nest deception in bee-pollinated flowers. **Chemoecology** **3**: 65-73.

- MARTINS, C.F. & SOUZA, A.K.P. 2005. Estratificação vertical de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 913-918.
- MATEUS, S.; GARÓFALO, C.A. & REBÊLO, J.M.M. 1993. Espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, Pedregulho, SP. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Entomologia**: 252-252.
- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. 2005. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monocultures? **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 853-858.
- MORATO, E.F. 2001. Ocorrência de *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville (Hymenoptera, Apidae, Apini, Euglossina) no estado do Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **18**: 1031-1034.
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A.O. & MOURE, J.S. 1992. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Entomologia** **36**: 767-771.
- NASCIMENTO, A.M.; AUGUSTO, S.C. & SILVA, C.I. 2000. Espécies de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua do Estado de São Paulo. **Anais do IV Encontro sobre Abelhas**: 302-302.
- NEMÉSIO, A. 2003. Preliminary sampling of Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, Caratinga, Minas Gerais, Brazil. **Lundiana** **4**: 121-124.

- NEMÉSIO, A. & FARIA-JÚNIOR, L.R. 2004. First assessment of the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. **Lundiana** **5**: 113-117.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2004. Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of the Humaitá Reserve, Acre state, Brazilian Amazon, with components on bait trap efficiency. **Revista de Tecnologia e Ambiente** **10**: 71-80.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. 2006. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 313-323.
- NEVES, E.L. & VIANA, B.F. 1997. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 831-837.
- OLIVEIRA, M.L. 1999. Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 83-90.
- PARRA, A. & NATES-PARRA, G. 2007. Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. **Revista de Biología Tropical** **55**: 931-941.
- PEARSON, D.L. & DRESSLER, R.L. 1985. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru. **Journal of Tropical Ecology** **1**: 37-54.

- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M. & LISBOA, L.C.O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 101-118.
- RAMALHO, A.V.; GAGLIANONE, M.C. & OLIVEIRA, M.L. 2009. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera; Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **53**: 95-101.
- RAMÍREZ, S.R.; ELTZ, T.; FRITZSCH, F.; PEMBERTON, R.; PRINGLE, E.G. & TSUTSUI, N.D. 2010. Intraspecific geographic variation of fragrances acquired by orchid bees in native introduced populations. **Journal of Chemical Ecology** **36**: 873-884.
- RAO, V.S.; MAIA, J.L.; OLIVEIRA, F.A.; LEMOS, T.L.G.; CHAVES, S.H. & SANTOS, F.A. 2007. Composition and antinociceptive of the essential oil from *Protium heptaphyllum* resin. **Natural Product Communications** **2**: 1199-1202.
- REBÊLO, J.M.M. & CABRAL, A.J.M. 1997. Abelhas Euglossinae de Barreirinhas, zona do litoral da baixada oriental maranhense. **Acta Amazonica** **27**: 145-152.
- REBÊLO, J.M.M. & GARÓFALO, C.A. 1991. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferência por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **51**: 787-799.
- REBÊLO, J.M.M. & GARÓFALO, C.A. 1997. Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **26**: 243-255.

- RICKLEFS, R.E.; ADAMS, R.M. & DRESSLER, R.L. 1969. Species diversity of *Euglossa* in Panama. **Ecology** **50**: 713-716.
- ROUBIK, D.W. & HANSON, P.E. 2004. **Orchid bees of tropical America: biology and field guide**. Santo Domingo de Heredia, Instituto Nacional de Biodiversidad, 370p.
- SAKAGAMI, S.F. 1985. Über den Bau der männlichen Hinterschiene von *Eulaema nigrita* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae). **Zoologischer Anzeiger** **175**: 347-354.
- SANTOS, A.M. & SOFIA, S.H. 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.
- SERRANO, J.C. & GARÓFALO, C.A. 2008. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) da Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas**: 630-630.
- SILVA, F.S. & REBÊLO, J.M.M. 2002. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **62**: 15-23.
- SINGER, R.B. & SAZIMA, M. 2004. Abelhas Euglossini como polinizadoras de orquídeas na região de Picinguaba, São Paulo, Brasil, p. 175-187. *In*: F. BARROS & G.B. KERBAUY (Orgs.). **Orquidologia sul-americana: uma compilação científica**. São Paulo, Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 192p.

- SOFIA, S.H. & SUZUKI, K.M. 2004. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology** **33**: 693-702.
- SOFIA, S.H.; SANTOS, A.L. & SILVA, C.R.M. 2004. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia** **94**: 217-222.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1981. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 2nd ed. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 859p.
- SOUZA, A.K.P.; HERNÁNDEZ, M.I.M & MARTINS, C.F. 2005. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 320-325.
- STERN, D.L. 1991. Male territoriality and alternative male behaviors in the euglossine bee, *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **64**: 421-437.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 13-26.
- TATSUKA, K.; KOHAMA, M. & SUEKANE, S. 1988. Floral fragrance components of *Zygopetalum mackayi* (Orchidaceae). **Agricultural and Biological Chemistry** **52**: 1599-1600.

- TONHASCA, A.; BLACKMER, J.L. & ALBUQUERQUE, G.S. 2002. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic forest. **Biotropica** **34**: 416-422.
- UEHARA-PRADO, M. & GARÓFALO, C.A. 2006. Small-scale elevational variation in the abundance of *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology** **35**: 446-451.
- VOGEL, S. 1963. Das sexuelle Anlockungsprinzip der Catasetinen- und Stanhopeen-Blüten und die wahre Funktion ihres sogenannten Futtergewebes. **Österreichische Botanische Zeitschrift** **110**: 308-337.
- VOGEL, S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als bestäuber von orchidaceen und *Gloxinia*. **Österreichische Botanische Zeitschrift** **113**: 302-361.
- WHITTEN, W.N.; YOUNG, A.M. & WILLIAMS, N.H. 1989. Function of glandular secretions in fragrance collection by male euglossine bees. **Journal of Chemical Ecology** **19**: 3017-3027.
- WILLIAMS, N.H. & DODSON, C.H. 1972. Selective attraction of male euglossine bees to orchid floral fragrances and its importance in long distance pollen flow. **Evolution** **26**: 84-95.
- WILLIAMS, N.H. & WHITTEN, W.M. 1983. Orchid floral fragrances and male euglossine bees. Methods and advances in the last sesquidecade. **Biological Bulletin** **164**: 355-395.

- WITTMANN, D.; HOFFMANN, M. & SCHOLZ, E. 1988. Southern distributional limits of euglossine bees in Brazil linked to habitats of the Atlantic- and Subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis** **14**: 53-60.
- WITTMANN, D.; RADTKE, R.; HOFFMANN, M. & BLOCHTEIN, B. 1989. Seasonality and seasonal changes in preferences for scent baits in *Euplusia violacea* in Rio Grande do Sul/ Brazil (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis** **14**: 217-221.
- ZIMMERMAN, J.K. & MADRIÑÁN, S.R. 1988. Age structure of male *Euglossa imperialis* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) at nectar and chemical sources. **Journal of Tropical Ecology** **4**: 303-306.
- ZIMMERMANN, Y.; ROUBIK, D.W. & ELTZ, T. 2006. Species-specific attraction to pheromonal analogues in orchid bees. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **60**: 833-843.
- ZIMMERMANN, Y.; RAMÍREZ, S.R. & ELTZ, T. 2009. Chemical niche differentiation among sympatric species of orchid bees. **Ecology** **90**: 2994-3008.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F. & CAMARGO, J.MF. 1969. Biological observations on a neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera: Apidae). A comparative study. **Journal of Faculty of Science of Hokkaido University, ser. 6 Zoology** **17**: 271-380.

Capítulo III

Recursos florais utilizados por espécies de
Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em dois
ecossistemas costeiros de Mata Atlântica

RESUMO

As abelhas Euglossini desempenham um importante papel ecológico, contribuindo para a manutenção e o sucesso reprodutivo de uma ampla gama de espécies vegetais dos ecossistemas tropicais. As fêmeas visitam as plantas para a coleta de resina, a qual é utilizada na construção dos ninhos, além de néctar e pólen, que são estocados nas células de cria, ao passo que os machos, além do néctar, coletam fragrâncias em flores de mais de 15 famílias distintas. Entretanto, a despeito da pertinência dos Euglossini no tocante à biologia reprodutiva de diversas espécies de plantas dos biomas tropicais, as informações sobre a flora visitada por estas abelhas se limitam a poucos estudos realizados sob observações diretas *in loco*. Visando uma melhor compreensão sobre a importância das diferentes plantas visitadas pelos Euglossini e, conseqüentemente, o papel destes na manutenção e na biologia reprodutiva das espécies vegetais presentes em ecossistemas tropicais, este estudo objetivou identificar as fontes de recursos florais visitadas por estas abelhas em duas áreas distintas ocupadas pelo bioma Mata Atlântica no litoral norte do estado de São Paulo. As coletas de dados foram realizadas entre agosto de 2007 e julho de 2009 em duas áreas: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta, localizadas em Ubatuba. A fim de se obter informações sobre as fontes de recursos florais coletados pelas abelhas Euglossini *in loco*, foram observadas, monitoradas e identificadas todas as espécies floridas presentes nos arredores e cercanias das trilhas utilizadas para as coletas com iscas aromáticas. Durante a triagem do material coletado, polinários de Orchidaceae eventualmente aderidos aos corpos dos machos foram retirados e identificados. Em virtude da escassez de grãos de pólen nos machos, a análise polínica foi realizada apenas para 68 fêmeas coletadas que se distribuem em nove espécies: *Eufriesea dentilabris*, *Eufriesea smaragdina*, *Eufriesea surinamensis*, *Euglossa cordata*, *Euglossa stellfeldi*, *Euglossa townsendi*, *Eulaema cingulata*, *Eulaema helvola* e *Eulaema seabrai*. Dez espécies de Euglossini, representadas por 79 indivíduos, foram amostradas em um total de 21 espécies de plantas pertencentes a 16 famílias na região de Ubatuba, sendo 10 plantas em Picinguaba, 10 na Ilha Anchieta e uma espécie na base do Instituto Oceanográfico. Dentre as espécies vegetais visitadas pelas abelhas, cinco representaram fontes de pólen para as fêmeas, 15 foram visitadas por machos e fêmeas para a coleta de néctar e apenas uma recebeu visitas de machos para a coleta de fragrâncias florais. Polinários de dez espécies de orquídeas foram encontrados aderidos aos corpos de machos de oito espécies de abelhas: *Eufriesea violacea*, *Euglossa cordata*, *Euglossa iopoecila*, *Euglossa roderici*, *Euglossa sapphirina*, *Euglossa stellfeldi*, *Eulaema cingulata* e *Exaerete smaragdina*. Por sua vez, a análise polínica revelou a presença de 87 tipos polínicos de 24 famílias de plantas, de maneira que foi possível obter informações a respeito de fontes de pólen, néctar e resina utilizadas pelas fêmeas. A técnica da análise polínica permitiu acessar dados referentes às plantas visitadas por abelhas Euglossini de maneira indireta e precisa, o que é de extrema eficácia quando se trata de áreas cujas características da vegetação podem dificultar as observações em flores, como no caso dos ecossistemas de Mata Atlântica.

ABSTRACT

Euglossini bees play an important ecological role, contributing to the maintenance and reproductive success of many plant species of tropical ecosystems. Females visit plants to collect resin, which is used to build nests, as well as nectar and pollen, which are stored in brood cells; males, apart from nectar, collect fragrances from flowers of over 15 different families. However, in spite of the relevance of the Euglossini to the reproduction of many plant species in tropical biomes, data on the flora visited by those bees are restricted to few studies carried out with direct observations *in loco*. Aiming at a better comprehension of the importance of different plants visited by the Euglossini and, consequently, their role on the maintenance and reproduction of plant species in tropical ecosystems, this study aimed at identifying the flowers visited by those bees in two different areas of the Atlantic Forest in the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. Sampling was carried out from August 2007 to July 2009 in two areas: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba and Parque Estadual da Ilha Anchieta, both located in Ubatuba. In order to obtain information on flower resources collected by Euglossini bees *in loco*, all flowering species present in the surroundings of the trails used for the sampling with aromatic baits were observed, monitored and identified. During the triage of the collected material, pollinaria of Orchidaceae occasionally attached to the body of males were removed and identified. Due to the lack of pollen grains on males, pollen analysis was carried out only for 68 females of nine species: *Eufriesea dentilabris*, *Eufriesea smaragdina*, *Eufriesea surinamensis*, *Euglossa cordata*, *Euglossa stellfeldi*, *Euglossa townsendi*, *Eulaema cingulata*, *Eulaema helvola* and *Eulaema seabrai*. Ten Euglossini species, represented by 79 individuals, were sampled on 21 plant species of 16 families in Ubatuba: 10 plants in Picinguaba, 10 in Anchieta Island and one species in the headquarters of Instituto Oceanográfico. Among the plant species visited by bees, five represented pollen sources for females, 15 were visited by males and females to collect nectar, and only one was visited by males for the collection of flower fragrances. Pollinaria from ten orchid species were found attached to the body of males of eight species: *Eufriesea violacea*, *Euglossa cordata*, *Euglossa iopoeila*, *Euglossa roderici*, *Euglossa sapphirina*, *Euglossa stellfeldi*, *Eulaema cingulata* and *Exaerete smaragdina*. The pollen analysis revealed 87 pollen types of 24 families; hence, it was possible to obtain data on the sources of pollen, nectar and resin used by females. The technique of pollen analysis enabled to access data referring to plants visited by Euglossini bees in an indirect and precise manner, which is of extreme efficacy in areas where the vegetation hinders observation on flowers, as in the Atlantic Forest.

Keywords: Atlantic forest, Euglossini, fragrance, nectar, pollen, resin.

1. INTRODUÇÃO

Há evidências de que os Euglossini desempenhem um importante papel ecológico, contribuindo, de forma imprescindível, para a manutenção e o sucesso reprodutivo de uma ampla gama de espécies vegetais dos ecossistemas tropicais (Dressler, 1968; Williams, 1982; Schlindwein, 2000). As fêmeas visitam as plantas para a coleta de resina, a qual é utilizada na construção dos ninhos, além de néctar e pólen, que são estocados nas células de cria (Zucchi *et al.*, 1969; Garófalo, 1985; 1992; Santos & Garófalo, 1994; Garófalo *et al.*, 1998; Augusto & Garófalo, 2004, 2009). Elas apresentam rotas de forrageamento específicas, conhecidas como “traplines”, visitando os mesmos espécimes de plantas floridas em uma sequência particular, durante vários dias. Tal comportamento implica em uma fidelidade de sítios de coleta e Janzen (1971) relatou que as fêmeas podem voar rapidamente consideráveis distâncias, o que assegura que uma dada rota de forrageamento pode cobrir uma vasta área. Essa consideração feita por Janzen (1971) está relacionada com o fato das plantas fornecedoras de alimento serem, frequentemente, bastante espalhadas, além de produzirem poucas flores por dia, oferecerem recursos de alta qualidade e florescerem durante longos períodos. Semelhante às fêmeas, os machos também são capazes de voar rapidamente e por longas distâncias em busca de recursos para suprir suas necessidades (Janzen, 1971; Kroodsma, 1975, Wikelski *et al.*, 2010) e podem se alimentar de néctar nas mesmas plantas utilizadas pelas fêmeas (Zucchi *et al.*, 1969).

Estima-se que cerca de 10%, entre 600 e 700 espécies de plantas da família Orchidaceae, sobretudo os gêneros *Catasetum* Kunth, *Coryanthes* Hooker, *Gongora* Ruiz & Pavón e *Stanhopea* Hooker, sejam polinizadas exclusivamente por machos de Euglossini, que visitam suas flores para a coleta de fragrâncias florais (Pijl & Dodson, 1966; Ackerman, 1983a; Williams & Whitten, 1983; Murren, 2002). O uso dessas substâncias aromáticas pelos machos, obtidas também a partir de plantas de várias outras famílias, tais como: Gesneriaceae (Vogel, 1966); Araceae (Williams & Dressler, 1976); Euphorbiaceae (Armbruster & Webster, 1979); Haemodoraceae (Buchmann,

1981); Apocynaceae, Loganiaceae e Tiliaceae (Ackerman, 1983b); Solanaceae (Soares *et al.*, 1989); Pentaphylacaceae (Melo, 1995); Lecythidaceae (Knudsen & Mori, 1996); Clusiaceae (Nogueira *et al.*, 1998); Amaryllidaceae (Braga & Garófalo, 2003), Bromeliaceae (Siqueira-Filho & Machado, 2008), Annonaceae (Teichert *et al.*, 2009) e Plantaginaceae (Cappellari *et al.*, 2009), permanece ainda obscuro (Eltz *et al.*, 1999) e tem sido motivo de bastante controvérsia (Dressler, 1982; Eltz *et al.*, 1999; Cameron, 2004).

Espécies vegetais de determinadas famílias têm os Euglossini como os principais agentes polinizadores, devido às características morfológicas, ecológicas e comportamentais dessas abelhas, como o longo aparelho bucal, o uso de resina para a construção dos ninhos, o comportamento de “buzz-pollination” das fêmeas e a coleta de fragrâncias florais dos machos (Dressler, 1982; Buchmann, 1983; Armbruster, 1984; Sazima *et al.*, 1985; Roubik & Hanson, 2004; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2009).

Entretanto, o que se conhece a respeito da flora visitada por abelhas Euglossini se baseia em observações diretas feitas *in loco* (Dressler, 1982; Ackerman, 1985) e que se encontram dispersas em levantamentos apifaunísticos e estudos sobre a biologia reprodutiva de plantas, muitos deles reunidos em uma compilação de dados, como no estudo de Ramírez *et al.* (2002). Vale ressaltar, ainda, que técnicas como a análise polínica, que permite acessar informações sobre os recursos florais coletados pelas abelhas através de evidências indiretas, foram pouco exploradas por estudos envolvendo espécies de Euglossini (Roubik & Moreno, 1991; Arriaga & Hernández, 1998; Peruquetti *et al.*, 1999). O conhecimento das fontes de recursos florais utilizadas pelos Euglossini possibilita uma melhor compreensão sobre a importância das diferentes plantas visitadas ao longo do ciclo de vida dessas abelhas e, conseqüentemente, o papel destas na manutenção e na biologia reprodutiva das espécies vegetais presentes em ecossistemas tropicais.

2. OBJETIVOS

Este estudo objetivou identificar as fontes de recursos florais visitadas por abelhas Euglossini em duas áreas distintas ocupadas pelo bioma Mata Atlântica no litoral norte do estado de São Paulo.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as plantas visitadas pelas espécies de Euglossini como fontes de recursos florais através de observações diretas de abelhas em flores.
- Obter informações, por meio da identificação de polinários aderidos aos corpos dos machos atraídos pelas iscas-odores, das espécies de orquídeas visitadas para a coleta de fragrâncias florais.
- Investigar as fontes de pólen, néctar e resina utilizadas pelas fêmeas para o provisionamento das células de cria e construção do ninho, respectivamente, através da análise polínica do conteúdo de suas corbículas e demais partes do corpo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREAS ESTUDADAS

As coletas de dados foram realizadas de agosto de 2007 a julho de 2009 nas duas áreas: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta, já mencionadas e caracterizadas no primeiro capítulo desta tese.

3.2. OBSERVAÇÕES E COLETAS EM FLORES

A fim de se obter informações sobre as fontes de recursos florais coletados pelas abelhas Euglossini *in loco*, foram observadas, monitoradas e identificadas todas as espécies floridas presentes nos 50m de cada lado das trilhas utilizadas para as coletas com iscas aromáticas. O comportamento de coleta das abelhas, bem como os recursos coletados também foram registrados. Durante a triagem do material coletado, polinários de Orchidaceae eventualmente aderidos aos corpos dos machos foram retirados e acondicionados em frascos ependorff® individualizados contendo álcool 70% para a sua preservação e posterior identificação.

3.3. ANÁLISE POLÍNICA

Em virtude da escassez de grãos de pólen nos machos, a análise polínica foi realizada apenas para as 68 fêmeas coletadas que se distribuem em nove espécies: *Eufriesea dentilabris* (Mocsáry, 1897) (N=2), *Eufriesea smaragdina* (Perty, 1833) (N=1), *Eufriesea surinamensis* (Linnaeus, 1758) (N=1), *Euglossa cordata* (Linnaeus, 1758) (N=8), *Euglossa stellfeldi* Moure, 1947 (N=5), *Euglossa*

townsendi Cockerell, 1904 (N=1), *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804) (N=4), *Eulaema helvola* Moure, 2003 (N=4) e *Eulaema seabrai* Moure, 1960 (N=46). O conteúdo polínico presente nas corbículas dessas fêmeas foi removido com o auxílio de pinças e depositado em frascos ependorff® contendo ácido acético glacial absoluto para, *a posteriori*, serem montados em lâminas de microscopia ótica, de acordo com o protocolo da acetólise descrito por Erdtman (1969). Após o processo da acetólise, os grãos de pólen foram acondicionados em tubos de ensaio contendo glicerina a 50% e permaneceram em descanso por, pelo menos 24h. Pequenas quantidades do material acetolisado foram colhidas com o auxílio de estiletes e depositadas sobre as lâminas contendo gelatina glicerinada, de maneira que foram confeccionadas três réplicas por amostra.

Para a identificação dos tipos polínicos encontrados nas lâminas, foram coletadas amostras das anteras de exsicatas depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Campinas (Herbário UEC), Herbário Rioclarense (HRCB) e Herbário do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (SPFR). Muitas dessas exsicatas provêm de levantamentos florísticos e/ou coletas realizadas em Ubatuba, na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, de modo que estas informações foram acessadas através do banco de dados da rede SpeciesLink (SpeciesLink, 2009). As lâminas confeccionadas com as anteras removidas das exsicatas, bem como das anteras coletadas *in loco*, estão depositadas no Laboratório de Palinologia do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. A lista completa das espécies vegetais utilizadas para a composição do laminário de referência está disponível nos anexos (ver Anexo I).

4. RESULTADOS

4.1. OBSERVAÇÕES EM FLORES

Dez espécies de Euglossini, representadas por 79 indivíduos, foram amostradas em um total de 21 plantas na região de Ubatuba (Tabela 1). Em Picinguaba, dez espécies de plantas foram visitadas por *Ef. dentilabris*, *Ef. surinamensis*, *Euglossa iopoecila* Dressler, 1982, *Eg. stellfeldi*, *Eg. townsendi*, *El. cingulata* e *El. seabrai* (Tabela 2), ao passo que na Ilha Anchieta, as espécies *Ef. smaragdina*, *Eg. cordata*, *Eg. stellfeldi*, *El. cingulata*, *El. helvola* e *El. seabrai* visitaram flores de dez plantas (Tabela 3). Além das duas áreas estudadas, há o registro de machos de *El. seabrai* em inflorescências de *Anthurium andraeanum* Linden (Araceae) na base do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP), localizada próximo à marina do Saco da Ribeira, ponto de acesso à Ilha Anchieta.

Com relação aos recursos florais coletados, flores de cinco espécies foram visitadas exclusivamente por fêmeas para a coleta de pólen; uma planta recebeu visitas de machos de *Eulaema seabrai* para a obtenção de fragrâncias florais e as demais espécies representaram fontes de néctar tanto para machos quanto para fêmeas (Tabela 1). Na Ilha Anchieta, além das espécies nativas do bioma Mata Atlântica, plantas exóticas como as ornamentais *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L.Burtt & R.M.Sm. (Zingiberaceae), *Thunbergia alata* Bojer ex Sims (Acanthaceae) e *Impatiens walleriana* Hook.f. (Balsaminaceae), assim como o mamoeiro, *Carica papaya* L. (Caricaceae), também foram visitadas para a coleta de recursos florais. Não foram obtidos registros de fêmeas visitantes de flores secretoras de resina, como aquelas das espécies *Clusia criuva* Cambess. (Clusiaceae) e *Dalechampia ficifolia* Lam. (Euphorbiaceae), encontradas nos arredores das trilhas utilizadas para os censos de machos em iscas artificiais.

Tabela 1. Espécies de plantas visitadas e seus recursos florais coletados por abelhas Euglossini na região de Ubatuba entre agosto de 2007 e julho de 2009.

Espécies	Famílias	Recursos	Área
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	Bignoniaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B.L.Burt & R.M.Sm.	Zingiberaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Anthurium andraeanum</i> Linden	Araceae	Fragrância	IO/USP
<i>Calathea cylindrica</i> (Roscoe) K.Schum.	Marantaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Calathea monophylla</i> (Vell.) Körn.	Marantaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Canistropsis seidelii</i> (L.B.Smith & Reitz) Leme	Bromeliaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Fabaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Kuntze ex Hand.-Mazz.	Commelinaceae	Pólen	Picinguaba
<i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.	Balsaminaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	Convolvulaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	Apocynaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Sabicea cinerea</i> Aubl.	Rubiaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Solanum insidiosum</i> Mart.	Solanaceae	Pólen	Ilha Anchieta
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Verbenaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Temnadenia odorifera</i> (Vell.) J.F.Morales	Apocynaceae	Néctar	Picinguaba
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	Pentaphylacaceae	Pólen	Ilha Anchieta
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Acanthaceae	Néctar	Ilha Anchieta
<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	Melastomataceae	Pólen	Picinguaba
<i>Tibouchina regnellii</i> Cogn.	Melastomataceae	Pólen	Picinguaba

Tabela 2. Espécies de plantas visitadas por abelhas Euglossini em Picinguaba no período de outubro de 2007 a julho de 2009. N=número de indivíduos coletados.

Plantas	Espécies de Euglossini	N
<i>Calathea monophylla</i>	<i>Eg. iopoecila</i> (2♂)	2
<i>Canistropsis seidelii</i>	<i>Eg. stellfeldi</i> (1♀)	1
<i>Dichorisandra hexandra</i>	<i>Ef. surinamensis</i> (1♀)	1
<i>Ipomoea tiliacea</i>	<i>El. seabrai</i> (1♀)	1
<i>Jacaranda puberula</i>	<i>Eg. stellfeldi</i> (1♂)	1
<i>Mandevilla hirsuta</i>	<i>El. cingulata</i> (4♂), <i>El. seabrai</i> (1♀)	5
<i>Sabicea cinerea</i>	<i>El. seabrai</i> (2♀)	2
<i>Temnadenia odorifera</i>	<i>Ef. dentilabris</i> (2♀), <i>El. seabrai</i> (1♀)	3
<i>Tibouchina clavata</i>	<i>Eg. townsendi</i> (1♀)	1
<i>Tibouchina regnellii</i>	<i>El. seabrai</i> (1♀)	1

Tabela 3. Espécies de plantas visitadas por abelhas Euglossini na Ilha Anchieta no período de abril de 2008 a julho de 2009. N=número de indivíduos coletados.

Plantas	Espécies de Euglossini	N
<i>Adenocalymma comosum</i>	<i>Eg. cordata</i> (1♂)	1
<i>Alpinia zerumbet</i>	<i>El. seabrai</i> (1♀)	1
<i>Calathea cylindrica</i>	<i>El. cingulata</i> (1♂), <i>El. helvola</i> (1♂), <i>El. seabrai</i> (2♂)	4
<i>Carica papaya</i>	<i>El. cingulata</i> (1♀), <i>El. seabrai</i> (2♀)	3
<i>Clitoria fairchildiana</i>	<i>Ef. smaragdina</i> (1♀), <i>El. cingulata</i> (1♀, 3♂)	5
<i>Impatiens walleriana</i>	<i>Eg. stellfeldi</i> (5♀, 5♂), <i>El. helvola</i> (4♀), <i>El. seabrai</i> (20♀, 3♂)	37
<i>Solanum insidiosum</i>	<i>El. cingulata</i> (1♀), <i>El. seabrai</i> (1♀)	2
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	<i>Eg. cordata</i> (1♀)	1
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	<i>Eg. cordata</i> (1♀)	1
<i>Thunbergia alata</i>	<i>Eg. cordata</i> (1♀)	1

Caracteres florais, tais como forma da flor, cor, simetria e deiscência das anteras das 21 espécies de plantas podem ser visualizados na Tabela 4 e Figura 1. Dentre as características florais observadas, flores com corola de forma tubular (52,38%) e simetria zigomorfa (66,67%) foram predominantes. No que diz respeito à coloração das flores, não houve um predomínio marcado de alguma cor específica, de forma que flores brancas representaram 33,33% do total, seguidas por flores amarelas (19,05%), roxas e rosas com 14,29% cada, púrpura com 9,52% e flores de cores lilás e creme com 4,76% cada uma. A coloração das corolas foi caracterizada com base no estudo de Barbosa & Sazima (2008). Anteras de deiscência longitudinal (76,19%) preponderaram sobre aquelas de abertura poricida (23,81%).

Tabela 4. Características florais (forma, cor, simetria e deiscência das anteras) das 21 espécies de plantas estudadas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Espécies	Forma	Simetria	Cor	Deiscência
<i>Adenocalymma comosum</i>	Tubo	Zigomorfa	Amarela	Longitudinal
<i>Alpinia zerumbet</i>	Campânula	Zigomorfa	Branca	Longitudinal
<i>Anthurium andraeanum</i>	Inconspícua	Actinomorfa	Rosa	Longitudinal
<i>Calathea cylindrica</i>	Tubo	Zigomorfa	Amarela	Longitudinal
<i>Calathea monophylla</i>	Tubo	Zigomorfa	Branca	Longitudinal
<i>Canistropsis seidelii</i>	Tubo	Actinomorfa	Branca	Longitudinal
<i>Carica papaya</i>	Tubo	Actinomorfa	Branca	Longitudinal
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Estandarte	Zigomorfa	Púrpura	Longitudinal
<i>Dichorisandra hexandra</i>	Disco	Zigomorfa	Roxa	Poricida
<i>Impatiens walleriana</i>	Disco	Zigomorfa	Rosa	Longitudinal
<i>Ipomoea tiliacea</i>	Campânula	Actinomorfa	Rosa	Longitudinal
<i>Jacaranda puberula</i>	Tubo	Zigomorfa	Roxa	Longitudinal
<i>Mandevilla hirsuta</i>	Tubo	Zigomorfa	Amarela	Longitudinal
<i>Sabicea cinerea</i>	Tubo	Actinomorfa	Branca	Longitudinal
<i>Solanum insidiosum</i>	Disco	Zigomorfa	Branca	Poricida
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Tubo	Zigomorfa	Lilás	Longitudinal
<i>Temnadenia odorifera</i>	Tubo	Actinomorfa	Creme	Longitudinal
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Disco	Actinomorfa	Branca	Poricida
<i>Thunbergia alata</i>	Tubo	Zigomorfa	Amarela	Longitudinal
<i>Tibouchina clavata</i>	Disco	Zigomorfa	Púrpura	Poricida
<i>Tibouchina regnellii</i>	Disco	Zigomorfa	Roxa	Poricida

Figura 1. Espécies de plantas nas quais foram observadas visitas de abelhas Euglossini em Ubatuba, SP, entre os meses de outubro de 2007 a julho de 2009. 1-*Adenocalymma comosum*, 2-*Alpinia zerumbet*, 3-*Anthurium andraeanum*, 4-*Calathea cylindrica*, 5-*Calathea monophylla*, 6-*Canistropsis seidelii*, 7-*Carica papaya*, 8-*Clitoria fairchildiana*, 9-*Dichorisandra hexandra*, 10-*Impatiens walleriana*, 11-*Ipomoea tiliacea*, 12-*Jacaranda puberula*, 13-*Mandevilla hirsuta*, 14-*Sabicea cinerea*, 15-*Solanum insidiosum*, 16-*Stachytarpheta cayennensis*, 17-*Temnadenia odorifera*, 18-*Ternstroemia brasiliensis*, 19-*Thunbergia alata*, 20-*Tibouchina clavata* e 21-*Tibouchina regnellii*. Fotos: Léo Correia.

Foi elaborada uma figura com base nas coletas de abelhas nas flores das 21 espécies de plantas, sendo que no período compreendido entre setembro e março, meses de temperatura mais elevada e de maior pluviosidade, foi obtido o maior número de registros de visitas (Figura 2).

Figura 2. Meses nos quais foram coletadas abelhas em flores de 21 espécies de plantas na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, no período de agosto de 2007 a julho de 2009.

4.2. POLINÁRIOS

A exemplo dos dados concernentes à fenologia de abelhas em flores, o maior número de registros de polinários de orquídeas encontrados em machos de Euglossini se deu justamente na época mais quente e chuvosa, de setembro a março (Figura 3). Dos 1503 machos coletados nas iscas artificiais, apenas 32 (2,13%), representados por oito espécies, portavam polinários de dez espécies de Orchidaceae (Tabela 5). No que se refere às orquídeas, dez espécies pertencentes a oito gêneros foram identificadas e somente os polinários de *Catasetum hookeri* Lindl. e *Cirrhaea fuscolutea* Lindl. foram encontrados em machos de mais de uma espécie de Euglossini (Tabela 5). Com exceção de *Catasetum hookeri*, *Catasetum socco* (Vell.) Hoehne, *Cirrhaea dependens* (Lodd.) Loudon e *Cirrhaea fuscolutea*, todas as demais orquídeas ocorreram exclusivamente em uma dada área de estudo (Tabela 5). Todas as espécies de orquídeas representadas no presente trabalho fornecem apenas fragrâncias florais como recurso para os machos de Euglossini que visitam as suas flores (Singer, com. pess.) (Tabela 6).

Figura 3. Meses nos quais foram registrados polinários aderidos a machos de Euglossini coletados no período de setembro de 2007 a julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Tabela 5. Espécies de Orchidaceae cujos polinários foram encontrados aderidos aos corpos de espécimes de Euglossini coletados em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. P=Picinguaba, I=Ilha Anchieta.

Orquídeas	Espécies de Euglossini	Área	N=32*
<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	<i>Ef. violacea</i> (1♂)		1*
<i>Catasetum hookeri</i>	<i>Eg. cordata</i> (2♂), <i>Eg. stellfeldi</i> (7♂)	I ¹ , P ²	9
<i>Catasetum socco</i>	<i>Eg. stellfeldi</i> (5♂)	I ³ , P ⁴	5
<i>Cirrhaea dependens</i>	<i>Eg. cordata</i> (11♂)	I ⁵ , P ⁶	11
<i>Cirrhaea fuscolutea</i>	<i>Ef. violacea</i> (1♂), <i>Eg. iopoecila</i> (2♂)	I ⁷ , P ⁸	3*
<i>Gongora bufonia</i>	<i>Ef. violacea</i> (1♂)	I	1*
<i>Huntleya meleagris</i>	<i>El. cingulata</i> (1♂)	P	1
<i>Notylia sp.</i>	<i>Eg. sapphirina</i> (1♂)	P	1
<i>Promenaea stapelioides</i>	<i>Ex. smaragdina</i> (1♂)	P	1
<i>Warmingia eugenii</i>	<i>Eg. roderici</i> (1♂)	P	1

*Apenas um exemplar de *Ef. violacea* foi coletado, o qual portava polinários de *Bifrenaria harrisoniae*, *Cirrhaea fuscolutea* e *Gongora bufonia*.

¹5 machos de *Eg. stellfeldi* e 1 macho de *Eg. cordata*, ²2 machos de *Eg. stellfeldi* e 1 macho de *Eg. cordata*, ³2 machos, ⁴3 machos, ⁵1 macho, ⁶10 machos, ⁷1 macho de *Ef. violacea* e 1 macho de *Eg. stellfeldi*, ⁸2 machos de *Eg. iopoecila*.

Tabela 6. Espécies de Orchidaceae, seus recursos florais e áreas de ocorrência na região de Ubatuba, SP. P=Picinguaba, I=Ilha Anchieta.

Espécies	Recurso	Área(s)
<i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f.	Fragrância	I
<i>Catasetum hookeri</i> Lindl.	Fragrância	P, I
<i>Catasetum socco</i> (Vell.) Hoehne	Fragrância	P, I
<i>Cirrhaea dependens</i> (Lodd.) Loudon	Fragrância	P, I
<i>Cirrhaea fuscolutea</i> Lindl.	Fragrância	P, I
<i>Gongora bufonia</i> Lindl.	Fragrância	I
<i>Huntleya meleagris</i> Lindl.	Fragrância	P
<i>Notylia</i> sp.	Fragrância	P
<i>Promenaea stapelioides</i> (Link. & Otto) Lindl.	Fragrância	P
<i>Warmingia eugenii</i> Rchb.f.	Fragrância	P

Tabela 7. Espécies de Orchidaceae associadas às abelhas da tribo Euglossini na região de Picinguaba e na Ilha Anchieta (presente estudo).

Orquídeas	Espécies de Euglossini	Estudo(s)
<i>Aspidogyne longicornu</i> (Cogn.) Garay	<i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. stellfeldi</i> , <i>El. cingulata</i> , <i>El. seabrai</i>	5
<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	<i>Ef. violacea</i>	1
<i>Catasetum hookeri</i>	<i>Eg. cordata</i> , <i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. stellfeldi</i> , <i>Eg. viridis</i>	1,4
<i>Catasetum socco</i>	<i>Eg. pleosticta</i> , <i>Eg. stellfeldi</i>	1,4
<i>Cattleya intermedia</i> Grah.	<i>El. nigrita</i>	4
<i>Cirrhaea dependens</i>	<i>Eg. cordata</i> , <i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. sapphirina</i> , <i>Eg. viridis</i> , <i>El. nigrita</i>	1,3,4
<i>Cirrhaea fuscolutea</i>	<i>Ef. violacea</i> , <i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. mandibularis</i> , <i>El. nigrita</i>	1,4
<i>Gongora bufonia</i>	<i>Ef. violacea</i>	1,4
<i>Houlletia brocklerhurstiana</i> Lindl.	<i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. roderici</i>	4
<i>Huntleya meleagris</i>	<i>El. cingulata</i>	1
<i>Notylia</i> sp.	<i>Eg. iopoecila</i> , <i>Eg. sapphirina</i>	1,4
<i>Promenaea stapelioides</i>	<i>Eg. stellfeldi</i> , <i>Ex. smaragdina</i>	1,4
<i>Stanhopea insignis</i> Frost ex Hook.	<i>Ef. mussitans</i> , <i>Ef. smaragdina</i> , <i>El. cingulata</i>	2
<i>Warmingia eugenii</i>	<i>Eg. roderici</i>	1,4

¹ presente estudo; ² Pansarin & Amaral, 2009; ³ Pansarin *et al.* 2006, ⁴ Singer & Sazima, 2004 (*Catasetum socco* citada como *C. trulla*; *Cirrhaea fuscolutea* citada como *C. saccata*) e ⁵ Singer & Sazima, 2001. Observações referentes ao estudo de Singer & Sazima (2004): a espécie citada como *Ef. purpurata* é composta, na realidade, por machos de *Ef. dentilabris*, *Ef. mussitans* e *Ef. smaragdina*. As demais espécies são *Ef. violascens*=*Ef. danielis*, *Eg. sp1*=*Eg. mandibularis*, *Eg. sp2* e *Eg. cf. ignita*=*Eg. stellfeldi*, *Eg. iopyrrha*=*Eg. roderici* e *Eg. cf. viridis*=*Eg. viridis*.

Figura 4. Esquema de conexões entre as espécies de orquídeas e as abelhas Euglossini da região de Ubatuba, SP, com base em dados do presente trabalho e dos estudos de Singer & Sazima (2001) e (2004); Pansarin *et al.* (2006) e Pansarin & Amaral (2009).

4.3. ANÁLISE POLÍNICA

Das 68 amostras polínicas retiradas das fêmeas, apenas quatro (todas da espécie *Eg. stellfeldi*) não apresentaram grãos de pólen. Com exceção das fêmeas coletadas em iscas artificiais (15 fêmeas de *El. seabrai* e uma de *Eg. cordata*) ou capturadas em voo (uma fêmea de *El. cingulata* e uma de *El. seabrai*), todas as demais 46 amostras analisadas foram provenientes de fêmeas que visitaram flores. A maior parte do material analisado foi coletada na Ilha Anchieta, que contou com 50 amostras oriundas de seis espécies (*Ef. smaragdina*, *Eg. cordata*, *Eg. stellfeldi*, *El. cingulata*, *El. helvola* e *El. seabrai*), ao passo que apenas 14 amostras de quatro espécies (*Ef. dentilabris*, *Ef. surinamensis*, *Eg. townsendi* e *El. seabrai*) foram obtidas de Picinguaba (Tabela 8).

Tabela 8. Número de fêmeas de Euglossini coletadas em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP, cujas amostras de pólen foram analisadas pelo método da acetólise.

Espécies	Total de amostras analisadas	Áreas de Estudo	
		Picinguaba	Ilha Anchieta
<i>Ef. dentilabris</i>	2	2	-
<i>Ef. smaragdina</i>	1	-	1
<i>Ef. surinamensis</i>	1	1	-
<i>Eg. cordata</i>	8	-	8
<i>Eg. stellfeldi</i>	1	-	1
<i>Eg. townsendi</i>	1	1	-
<i>El. cingulata</i>	4	-	4
<i>El. helvola</i>	4	-	4
<i>El. seabrai</i>	42	10	32

No que tange à sazonalidade, 58% das amostras foram coletadas em outubro e novembro, meses mais quentes e úmidos e período no qual a espécie mais abundante, *El. seabrai*, foi mais representativa (Tabela 9). Apenas no mês de dezembro não foram coletadas fêmeas e, portanto, não há informações a respeito das fontes de recursos florais identificadas por meio da análise polínica.

Tabela 9. Fêmeas de Euglossini coletadas ao longo do período compreendido de agosto de 2007 a julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Cada mês representa a soma dos dados coletados neste mesmo mês nos dois anos consecutivos.

Espécies	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Ef. dentilabris</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ef. smaragdina</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ef. surinamensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eg. cordata</i>	-	-	-	2	3	-	1	-	-	1	1	-
<i>Eg. stellfeldi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Eg. townsendi</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>El. cingulata</i>	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-
<i>El. helvola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
<i>El. seabrai</i>	-	-	-	6	-	1	-	1	4	23	7	-
Total	1	3	3	8	3	2	1	2	4	26	11	-

No total, foram identificados 87 tipos polínicos sendo 68 espécies pertencentes a 24 famílias e 19 taxa indeterminados (Tabela 10). Das 15 espécies de plantas nas quais as fêmeas foram coletadas nas flores, apenas os grãos de pólen de *Alpinia zerumbet*, *Ipomoea tiliacea* (Willd.) Choisy (Convolvulaceae) e *Temnadenia odorifera* (Vell.) J.F.Morales (Apocynaceae) não foram encontrados, enquanto que o pólen de *Canistropsis seidelii* (L.B.Smith & Reitz) Leme (Bromeliaceae), espécie que foi visitada apenas por um macho de *Eg. stellfeldi*, foi identificado nas amostras. Dentre todas as espécies de Euglossini, *El. seabrai* apresentou o maior número de tipos polínicos (51) e foi seguida por *Eg. cordata* (21) e *El. cingulata* (16) (Tabela 10). A exemplo do número de fêmeas coletadas, a maior riqueza de tipos polínicos também ocorreu nos meses de outubro e novembro (Tabela 11).

Tabela 10. Tipos polínicos encontrados nas amostras coletadas em fêmeas de Euglossini da região de Picinguaba e da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

Famílias/Espécies	<i>Ef.</i> <i>dentilabris</i>	<i>Ef.</i> <i>smaragdina</i>	<i>Ef.</i> <i>surinamensis</i>	<i>Eg.</i> <i>cordata</i>	<i>Eg.</i> <i>stellfeldti</i>	<i>Eg.</i> <i>towsendi</i>	<i>El.</i> <i>cingulata</i>	<i>El.</i> <i>helvola</i>	<i>El.</i> <i>seabrai</i>
ACANTHACEAE									
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.	-	-	-	X	-	-	-	-	-
AMARANTHACEAE									
<i>Hebanthe eriantha</i> (Poir.) Pedersen	-	-	-	-	-	-	X	-	-
APOCYNACEAE									
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	-	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Mandevilla</i> sp.	-	-	X	X	-	-	-	X	X
Tipo 1	-	-	X	-	-	-	X	X	-
ASTERACEAE									
<i>Vernonia</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 1	-	-	-	X	-	-	-	-	-
BALSAMINACEAE									
<i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.	-	-	-	-	X	-	-	X	X
BIGNONIACEAE									
<i>Lundia cordata</i> (Vell.) DC.	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Stizophyllum perforatum</i> (Cham.) Miers	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Tabebuia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	-	X
BROMELIACEAE									
<i>Aechmea organensis</i> Wawra	-	-	X	-	-	-	X	-	X
<i>Aechmea pectinata</i> Baker	-	-	-	X	-	X	-	-	X
<i>Billbergia pyramidalis</i> (Sims) Lindl.	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Canistropsis seidelii</i> (L.B.Sm. & Reitz) Leme	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Quesnelia arvensis</i> (Vell.) Mez	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	-	X
CARICACEAE									

<i>Carica papaya</i> L.	-	-	-	X	-	-	-	X	X
CLUSIACEAE									
<i>Kielmeyera petiolaris</i> Mart.	-	-	X	-	-	-	-	-	X
COMMELINACEAE									
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.)	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Kuntze ex Hand.-Mazz.									
<i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C.Mikan	-	-	-	-	-	-	-	-	X
COSTACEAE									
<i>Costus arabicus</i> L.	-	-	X	-	-	-	-	-	-
EUPHORBIACEAE									
<i>Dalechampia ficifolia</i> Lam.	-	-	-	X	X	-	-	-	-
FABACEAE									
<i>Andira</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	-	X	-	-	-	-	X	-	-
<i>Crotalaria vitellina</i> Ker Gawl.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Inga marginata</i> Willd.	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Willd.) H.S.Irwin & Barneby									
<i>Senna</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo <i>Chamaecrista</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
GESNERIACEAE									
<i>Nematanthus fissus</i> (Vell.) L.E.Skog	-	-	-	-	X	-	X	-	-
HELICONIACEAE									
<i>Heliconia angusta</i> Vell.	-	-	-	-	-	-	-	X	-
LAMIACEAE									
<i>Hyptis</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-
MALPIGHIACEAE									
<i>Heteropterys</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MALVACEAE									
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	-	X
MELASTOMATACEAE									
<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	-	-	-	-	-	X	-	-	-

<i>Tibouchina gaudichaudiana</i> (DC.) Baill.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tibouchina</i> cf. <i>pulchra</i> Cogn.	X	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Tibouchina regnellii</i> Cogn.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tibouchina</i> sp.	-	-	X	-	-	-	X	-	X
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 3	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 4	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 5	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 6	X	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE									
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eugenia</i> cf. <i>fusca</i> O.Berg	X	-	-	X	-	-	X	-	X
<i>Eugenia</i> cf. <i>monosperma</i> Vell.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eugenia</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Eugenia</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	-	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Psidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	-	-	-	-	-	-	-	-	X
PENTAPHYLACACEAE									
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	-	-	-	X	-	-	-	-	-
RUBIACEAE									
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sabicea cinerea</i> Aubl.	-	-	X	X	X	X	-	-	X
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	X	-	-
SOLANACEAE									
<i>Solanum americanum</i> Mill.	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Solanum insidiosum</i> Mart.	-	-	-	-	X	-	X	X	X
<i>Solanum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
VERBENACEAE									
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.)	-	-	-	X	-	-	-	-	-

Vahl

TAXA INDETERMINADOS

Tipo 1	-	-	-	-	X	-	-	-	X
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 3	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 4	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 5	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 6	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 7	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 8	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Tipo 9	-	-	-	-	X	-	-	-	X
Tipo 10	-	-	-	-	-	-	X	-	X
Tipo 11	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Tipo 12	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 13	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 14	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 15	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 16	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Tipo 17	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Tipo 18	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 19	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Tabela 11. Tipos polínicos encontrados nas amostras de fêmeas de Euglossini coletadas entre agosto de 2007 e julho de 2009 em Picinguaba e na Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. Cada mês representa a soma dos dados coletados nos dois anos consecutivos.

Famílias/Espécies	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ACANTHACEAE												
<i>Thunbergia alata</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Thunbergia grandiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
AMARANTHACEAE												
<i>Hebanthe eriantha</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
APOCYNACEAE												
<i>Mandevilla hirsuta</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mandevilla</i> sp.	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 1	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-
ASTERACEAE												
<i>Vernonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
BALSAMINACEAE												
<i>Impatiens walleriana</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	-
BIGNONIACEAE												
<i>Lundia cordata</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Stizophyllum perforatum</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
BROMELIACEAE												
<i>Aechmea organensis</i>	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Aechmea pectinata</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-
<i>Billbergia pyramidalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Canistropsis seidelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Quesnelia arvensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 1	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
CARICACEAE												
<i>Carica papaya</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
CLUSIACEAE												
<i>Kielmeyera petiolaris</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
COMMELINACEAE												
<i>Dichorisandra hexandra</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dichorisandra thyrsiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
COSTACEAE												
<i>Costus arabicus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUPHORBIACEAE												
<i>Dalechampia ficifolia</i>	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-
FABACEAE												
<i>Andira</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crotalaria vitellina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Inga marginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Senna pendula</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senna</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo <i>Chamaecrista</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
GESNERIACEAE												
<i>Nematanthus fissus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-

HELICONIACEAE												
<i>Heliconia angusta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
LAMIACEAE												
<i>Hyptis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
MALPIGHIACEAE												
<i>Heteropterys</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Tipo <i>Banisteriopsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 1	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
MALVACEAE												
Tipo 1	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE												
<i>Tibouchina clavata</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tibouchina gaudichaudiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Tibouchina</i> cf. <i>pulchra</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Tibouchina regnellii</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tibouchina</i> sp.	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 4	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 5	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 6	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE												
<i>Corymbia citriodora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Eucalyptus saligna</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Eugenia</i> cf. <i>fusca</i>	X	X	-	X	-	X	-	-	-	X	X	-
<i>Eugenia</i> cf. <i>monosperma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Eugenia</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-
<i>Eugenia</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Plinia edulis</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Syzygium jambos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
PENTAPHYLACACEAE												
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-
RUBIACEAE												
<i>Randia armata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Sabicea cinerea</i>	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	-
Tipo 1	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SOLANACEAE												
<i>Solanum americanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Solanum insidiosum</i>	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-
<i>Solanum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
VERBENACEAE												
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
TAXA INDETERMINADOS												
Tipo 1	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-
Tipo 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Tipo 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-

Tipo 8	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-
Tipo 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Tipo 10	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 11	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 12	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 13	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 14	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 15	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 16	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 17	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Tipo 18	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Tipo 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-

O pólen foi coletado em 33 espécies representadas por oito famílias, a saber: Myrtaceae (N=9), Clusiaceae (N=1), Pentaphylacaceae (N=1), Malpighiaceae (N=3), Solanaceae (N=3), Melastomataceae (N=11), Fabaceae (subfamília Caesalpinoidae) (N=3) e Commelinaceae (N=2), de modo que as quatro últimas apresentaram espécies que possuem flores com anteras de deiscência poricida, as quais necessitam sofrer vibração para que o pólen pulverulento possa ser liberado (Buchmann, 1983). Apenas uma fonte de resina, a espécie *Dalechampia ficifolia*, foi identificada em amostras de *Eg. cordata* e *Eg. stellfeldi*. Assim como as fontes de pólen, as plantas utilizadas como fontes de néctar também foram numerosas, sendo que 34 espécies foram identificadas, as quais se distribuem nas seguintes famílias: Acanthaceae (N=2), Amaranthaceae (N=1), Apocynaceae (N=3), Asteraceae (N=2), Balsaminaceae (N=1), Bignoniaceae (N=5), Bromeliaceae (N=6), Caricaceae (N=1), Costaceae (N=1), Fabaceae (subfamílias Mimosoidae (N=1) e Faboidae (N=3)), Gesneriaceae (N=1), Heliconiaceae (N=1), Lamiaceae (N=1), Malvaceae (N=1), Rubiaceae (N=3) e Verbenaceae (N=1).

Amostras da Ilha Anchieta revelaram a presença do pólen de espécies exóticas como *Thunbergia alata* Bojer ex Sims, *Thunbergia grandiflora* Roxb. (Acanthaceae), *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson e *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae), além de *Impatiens walleriana* e *Carica papaya*, as quais também foram apontadas como fontes de néctar através das observações *in loco*. Alguns tipos polínicos identificados nas lâminas analisadas podem ser visualizados nas Figuras 5 e 6.

Figura 5. Tipos polínicos identificados nas amostras de pólen retiradas de fêmeas de Euglossini coletadas em Ubatuba, SP. 1-*Thunbergia grandiflora*, 2-*Mandevilla hirsuta*, 3-*Impatiens walleriana*, 4-*Stizophyllum perforatum*, 5-*Tabebuia* sp., 6-*Aechmea pectinata*, 7-*Billbergia pyramidalis*, 8-*Canistropsis seidelii*, 9-*Carica papaya*, 10-*Kielmeyera petiolaris*, 11-*Dichorisandra hexandra*, 12-*Dichorisandra thyrsiflora*, 13-*Costus arabicus*, 14-*Dalechampia ficifolia*, 15-*Clitoria fairchildiana*. Fotos: Cláudia Inês da Silva.

Figura 6. Tipos polínicos identificados nas amostras de pólen retiradas de fêmeas de Euglossini coletadas em Ubatuba, SP. 1-*Inga marginata*, 2-*Senna pendula*, 3-*Nematanthus fissus*, 4-*Heliconia angusta*, 5-*Tibouchina clavata*, 6-*Tibouchina cf. pulchra*, 7-*Eucalyptus saligna*, 8-*Eugenia cf. fusca*, 9-*Plinia edulis*, 10-*Ternstroemia brasiliensis*, 11-*Randia armata*, 12-*Sabicea cinerea*, 13-*Solanum americanum*, 14-*Solanum insidiosum*, 15-*Stachytarpheta cayennensis*. Fotos: Cláudia Inês da Silva.

5. DISCUSSÃO

Conforme evidenciado por outros autores (Dodson, 1966; Dressler, 1982; Arriaga & Hernández, 1998; Roubik & Moreno, 1999; Roubik & Hanson, 2004; Cortopassi-Laurino *et al.*, 2009), as espécies de Euglossini amostradas em Ubatuba podem ser caracterizadas como altamente poliléticas. Seja pelos registros obtidos em campo de abelhas em flores ou mesmo pela análise da carga polínica nas corbículas e demais partes dos corpos das fêmeas, foram identificadas cerca de 100 espécies de plantas que atuaram como fontes de pólen, néctar, resina e fragrâncias florais.

Com relação às plantas visitadas para a coleta de pólen, destacaram-se aquelas cujas flores são dotadas de anteras de deiscência poricida, como as espécies dos gêneros *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae), *Solanum* L. (Solanaceae), *Dichorisandra* J.C.Mikan (Commelinaceae) e *Senna* Mill. (Fabaceae, subfamília Caesalpinoideae), além das espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) e *Kielmeyera petiolaris* Mart. (Clusiaceae) e *Ternstroemia brasiliensis* Cambess. (Pentaphylacaceae), com anteras de abertura longitudinal. Dodson (1966) destaca o papel das plantas com anteras poricidas das famílias Solanaceae, Fabaceae, Melastomataceae e Bixaceae como importantes fontes de pólen para as abelhas Euglossini em distintas áreas das Américas Central e do Sul. Através da análise polínica do alimento provisionado nas células de cria de ninhos de duas espécies de *Euglossa* Latreille, 1802, foi demonstrado que os grãos de pólen predominantes nas amostras de *Euglossa atrovirens* Dressler, 1978 consistiam em espécies de *Cassia* L. (Fabaceae), *Solanum* e *Tibouchina* (Arriaga & Hernández, 1998), enquanto Cortopassi-Laurino *et al.* (2009) fazem menção às espécies de *Tibouchina*, *Miconia* Ruiz & Pav., *Leandra* Raddi e *Clidemia* D.Don (Melastomataceae) e *Ouratea* Aubl. (Ochnaceae) como fontes de pólen de *Euglossa annectans* Dressler, 1982. Para espécies de *Euglossa*, *Eufriesea* Cockerell, 1908 e *Eulaema* Lepeletier, 1841 estudadas em uma área de dunas litorâneas na Bahia, as principais fontes de pólen foram *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae) e *Solanum stagnale* Moric. (Viana *et al.*, 2002). Da mesma maneira, Silva *et al.* (dados não publicados) observaram que os grãos de

pólen de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. e *Rhynchanthera grandiflora* (Aubl.) DC. (Melastomataceae) foram os mais frequentes nas amostras coletadas em fêmeas de *Eulaema nigrata* em uma área de Cerrado. Fêmeas de Euglossini parecem exibir certa constância na coleta de pólen em espécies cujas flores possuem anteras poricidas. Segundo Roulston *et al.* (2000), o teor proteico dos grãos de pólen dessas plantas pode alcançar até 48%, valor expressivo e que se encaixa entre os 12 e 61% de proteínas presentes nos grãos que as abelhas usualmente coletam.

Espécies de Myrtaceae, além de *T. brasiliensis* e *K. petiolaris* também foram visitadas para a obtenção de pólen por fêmeas em Ubatuba. Apesar de não apresentarem anteras de deiscência poricida, a polinização por abelhas Euglossini nessas plantas se dá pelo processo de vibração das anteras, conhecido como “buzz-pollination”. Este comportamento também foi registrado por Bittrich *et al.* (1993) em flores de *Ternstroemia laevigata* Wawra, cujas anteras eram vibradas por *Euglossa* sp. para a coleta de pólen. Torezan-Silingardi & Del-Claro (1998) classificaram *El. nigrata* como polinizador efetivo de *Campomanesia pubescens* (DC.) O.Berg (Myrtaceae) em um ecossistema de Cerrado e registraram o processo de coleta do pólen por meio da vibração das anteras. O mesmo comportamento foi realizado por *Eulaema mocsaryi* (Friese, 1899) em flores de *Eugenia stipitata* McVaugh na Amazônia Central (Falcão *et al.*, 2000). Os Euglossini também são importantes polinizadores de espécies de *Kielmeyera* Mart. & Zucc. (Oliveira & Sazima, 1990; Barros, 2002) que, a exemplo das mirtáceas, também possuem flores com numerosos estames e anteras longitudinais, de modo que a coleta de pólen por “buzz-pollination” possibilita às abelhas um menor número de visitas nas flores, além de ser um método mais eficiente para a obtenção de pólen, uma vez que um maior número de estames é reunido e as anteras são vibradas de uma vez (Oliveira & Sazima, 1990). De acordo com Buchmann (1983), são raros os casos em que o pólen é coletado através do comportamento de vibração em flores com anteras que não possuem abertura poricida e não há causas definidas para isto, o que poderia também ser um “efeito colateral” do comportamento das abelhas.

Flores de *Dalechampia* spp. (Euphorbiaceae) são conhecidas como importantes fontes de resina para diversas espécies de *Eufriesea*, *Euglossa* e *Eulaema* (Armbruster & Webster, 1979; Armbruster & Herzig, 1984; Sazima *et al.*, 1985; Armbruster, 1993; Arriaga & Hernández, 1998; Cortopassi-Laurino *et al.*, 2009). Além deste gênero, as espécies de *Clusia* (Clusiaceae) também são visitadas para a coleta deste recurso que é utilizado na construção dos ninhos e das células de cria (Lopes & Machado, 1998; Kaminski & Absy, 2006). Não somente em flores, mas também o caule de algumas espécies de *Protium* Burm.f. (Burseraceae) e *Anacardium* L. e *Spondias* L. (Anacardiaceae) é raspado por fêmeas para a obtenção de resina (Dodson, 1966; Zucchi *et al.*, 1969).

Singer & Sazima (2004), por meio do estudo dos polinários presentes nos machos coletados em Picinguaba, identificaram 11 espécies de orquídeas pertencentes a nove gêneros. Este resultado é similar ao observado no presente estudo, no qual polinários de 10 espécies de Orchidaceae de oito gêneros foram obtidos. Os dados oriundos do presente trabalho somados às informações obtidas por Singer & Sazima (2001, 2004), Pansarin *et al.* (2006) e Pansarin & Amaral (2009), todas na região de Picinguaba, elevam o total de espécies de Euglossini, bem como de orquídeas, para 15 e 14, respectivamente, como exposto na Tabela 7 (ver Resultados). As associações entre as espécies de Orchidaceae e as abelhas Euglossini da região de Picinguaba e da Ilha Anchieta, esta no caso do presente trabalho, estão explanadas na Figura 4. No sul de Minas Gerais, Peruquetti *et al.* (1999), também pelos polinários aderidos aos machos, registraram apenas os gêneros *Catasetum*, *Coryanthes* e *Cynoches* Lindl. Em Ubatuba, levantamentos florísticos de Orchidaceae revelaram uma alta diversidade de espécies, com 77 em Picinguaba (Ribeiro *et al.*, 1994) e 46 na Ilha Anchieta (Smidt, 2004), o que indica que ambas as áreas são importantes para a conservação e o estudo de orquídeas. No que se refere ao número de machos portando polinários, somente 2,13% dos 1503 machos amostrados em Ubatuba apresentaram evidências de associação com orquídeas, o que também foi documentado por Peruquetti *et al.* (1999), que encontraram polinários em apenas 0,58% do total de machos inventariados. Singer & Sazima (2004) não mencionam a abundância, mas

ressaltam que 73% das espécies de Euglossini coletadas estariam envolvidas na polinização de espécies de orquídeas em Picinguaba. Segundo Ackerman (1983b), é pouco frequente a ocorrência de polinários aderidos aos machos coletados em levantamentos faunísticos. Embora as orquídeas sejam as principais fontes de fragrâncias florais utilizadas por machos de Euglossini, plantas de outras famílias também são visitadas para a obtenção deste recurso, como *Anthurium andraeanum*, no qual machos de *Eulaema seabrai* foram coletados. Sazima *et al.* (1993), também em Ubatuba, observaram machos de *Euglossa mandibularis* coletando fragrâncias em flores de *Solanum diploconos* (citada como *Cyphomandra diploconos*), enquanto Soares *et al.* (1989) registraram machos dessa mesma espécie em *Solanum latiflorum* Bohs (citada como *Cyphomandra calycina*) em Minas Gerais e Gracie (1993) observou que machos de *Eufriesea convexa* (Fries, 1899) e *Eufriesea elegans* (Lepeletier, 1841) visitavam as flores de *Solanum endopogon* (Bitter) Bohs (citada como *Cyphomandra endopogon* var. *endopogon*) para a coleta de compostos aromáticos. Além das flores, folhas, frutos, seiva, fungos que se desenvolvem em troncos apodrecidos, cogumelos terrestres e excremento de aves também constituem-se em substratos nos quais machos coletam compostos aromáticos (Williams & Whitten, 1983; Cappellari & Harter-Marques, 2010) e há ainda casos em que as fragrâncias armazenadas nas tíbias de machos mortos são pilhadas por outros machos (Roubik, 1998). Estas informações, aliadas ao baixo registro de polinários encontrados em machos coletados em levantamentos com iscas artificiais (Ackerman, 1983b), levaram alguns autores (Dressler, 1982; Roubik & Ackerman, 1987; Roubik & Hanson, 2004) a questionar o mutualismo existente entre machos de Euglossini e orquídeas, de maneira que estes, por utilizarem outras fontes de fragrâncias, não são dependentes desta relação como são as orquídeas. Pemberton & Wheeler (2006) comprovaram que machos de uma espécie introduzida na Flórida, *Euglossa viridissima* Fries, 1899, não dependem de orquídeas para a sua sobrevivência, uma vez que coletavam óleos aromáticos em folhas de espécies cultivadas como o manjeriço, *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) e da pimenta-da-Jamaica, *Pimenta dioica* (L.) (Myrtaceae).

A coleta de recursos florais em plantas exóticas como *Thunbergia* spp., *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus saligna*, *Impatiens walleriana*, *Carica papaya* e *Alpinia zerumbet* na Ilha Anchieta poderia ser um reflexo do longo histórico de intervenção humana neste local, que resultou na degradação de áreas florestais da ilha, sobretudo pela introdução de espécies vegetais de interesse econômico como o coqueiro, *Cocos nucifera* L. (Arecaceae); o cafeeiro, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) e a cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L. (Poaceae), as quais eram cultivadas durante o período em que a Colônia Correcional esteve ativa (Guillaumon *et al.*, 1989).

As espécies de Euglossini exploraram uma expressiva diversidade de fontes de néctar em Ubatuba, com destaque para as plantas com flores de corola longa, como aquelas das famílias Acanthaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Bromeliaceae, Convolvulaceae, Costaceae, Gesneriaceae, Heliconiaceae, Marantaceae, Rubiaceae, Verbenaceae e Zingiberaceae. Flores que possuem coloração clara, corola tubular longa e néctar produzido em grandes quantidades e de difícil acesso aos visitantes florais podem ser classificadas como euglossófilas, isto é, plantas que apresentam características da síndrome de polinização denominada euglossofilia (Kay & Schemske, 2003). Os Euglossini, por serem dotados de glossas de comprimento longo, podem utilizar uma vasta gama de flores, mesmo aquelas de corola longa e estreita, que somente são acessíveis a outras abelhas que perfuram a sua base e, neste caso, atuam como pilhadoras e, portanto, são incapazes de polinizar a planta (Dressler, 1982). Roubik *et al.* (1995) destacaram que as abelhas Euglossini visitam flores que produzem néctar com uma alta concentração de açúcares para satisfazer suas necessidades fisiológicas, uma vez que, quando estão em atividade, elas atingem alta temperatura corporal o que demanda uma dieta energética (Inouye, 1975). Além das plantas euglossinófilas, flores não tubulares como espécies de Fabaceae, Amaranthaceae, Lamiaceae e Malvaceae também foram visitadas pelas abelhas em Ubatuba, o que evidencia o amplo espectro de espécies vegetais que são exploradas pelos Euglossini. Essas abelhas compõem um dos mais importantes grupos de polinizadores das regiões tropicais, não apenas por interagirem com distintas plantas fornecedoras de pólen, néctar, resina e fragrâncias florais, mas também pelo seu papel como agentes com um

amplo raio de voo, capazes de atuar na biologia reprodutiva mesmo de plantas que se encontram esparsas e em baixas densidades (Janzen, 1971; Dressler, 1982). Por alcançarem maior diversidade nas florestas tropicais úmidas, ecossistemas que mais sofrem com a fragmentação de habitats, desmatamento e a ação antrópica (Myers *et al.*, 2000), os Euglossini se tornam especialmente vulneráveis face a estes processos (Roubik & Hanson, 2004), o que torna imprescindível a conservação e o manejo dessas abelhas para a sua preservação, bem como de suas fontes de recursos florais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.D. 1983a. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. **Ecology** **64**: 274-283.
- ACKERMAN, J.D. 1983b. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biological Journal of the Linnean Society** **20**: 301-314.
- ACKERMAN, J.D. 1985. Euglossine bees and their nectar hosts, p. 225-233. *In*: W.G. D'ARCY & A.M.D. CORREA (Eds.). **The Botany and Natural History of Panama**. Saint Louis, Missouri Botanical Garden, 455p.
- ARMBRUSTER, W.S. 1984. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. **American Journal of Botany** **71**: 1149-1160.
- ARMBRUSTER, W.S. 1993. Evolution of plant pollination systems: hypotheses and tests with the neotropical vine *Dalechampia*. **Evolution** **47**: 1480-1505.
- ARMBRUSTER, W.S. & HERZIG, A.L. 1984. Partitioning and sharing of pollinators by four sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. **Annals of the Missouri Botanic Garden** **71**: 1-6.
- ARMBRUSTER, W.S. & WEBSTER, G. 1979. Pollination of two species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Mexico by euglossine bees. **Biotropica** **11**: 278-283.

- ARRIAGA, E.R. & HERNÁNDEZ, E.M. 1998. Resources foraged by *Euglossa atrovirens* (Apidae: Euglossinae) at Unión Juárez, Chiapas, Mexico. A palynological study of larval feeding. **Apidologie** **29**: 347-359.
- AUGUSTO, S.C. & GARÓFALO, C.A. 2004. Nesting biology and social structure of *Euglossa* (*Euglossa*) *townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** **51**: 400-409.
- AUGUSTO, S.C. & GARÓFALO, C.A. 2009. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa fimbriata* (Apidae, Euglossini). **Genetics and Molecular Research** **8**: 525-538.
- BARBOSA, A.A.A. & SAZIMA, M. 2008. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo-arbustivas de uma área de campo sujo de cerrado, p. 291-318. In: S.M. SANO, S.P. ALMEIDA & J.F. RIBEIRO (Eds.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa Cerrados, 876p.
- BARROS, M.A.G. 2002. Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). **Acta Botanica Brasilica** **16**: 113-122.
- BITTRICH, V.; AMARAL, M.C.E. & MELO, G.A.R. 1993. Pollination biology of *Ternstroemia laevigata* Wawra and *T. dentata* (Theaceae). **Plant Systematics and Evolution** **185**: 1-6.
- BRAGA, A.K. & GARÓFALO, C.A. 2003. Coleta de fragrâncias por machos de *Euglossa townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) em flores de *Crinum procerum* Carey (Amaryllidaceae), p. 201-207. In: G.A.R. MELO & I. ALVES-DOS-SANTOS (Eds.). **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, Editora UNESC, 320p.

- BUCHMANN, S.L. 1981. Preliminary anthecological observations on *Xiphidium caeruleum* Aubl. (Monocotyledonae: Haemodoraceae) in Panama. **Journal of the Kansas Entomological Society** **53**: 685-699.
- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms, p. 73-114. *In*: C.J. JONES & R.J. LITTLE (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York, Nostrand & Reinhold, 558p.
- CAMERON, S.A. 2004. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Entomology** **49**: 377-404.
- CAPPELLARI, S.C. & HARTER-MARQUES, B. 2010. First report of scent collection by male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) from terrestrial mushrooms. **Journal of the Kansas Entomological Society** **83**: 264-266.
- CAPPELLARI, S.C.; HARTER-MARQUES, B.; AUMEIER, P. & ENGELS, W. 2009. *Mecardonia tenella* (Plantaginaceae) attracts oil-, perfume-, and pollen-gathering bees in southern Brazil. **Biotropica** **41**: 721-729.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; ZILLIKENS, A. & STEINER, J. 2009. Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. **Genetics and Molecular Research** **8**: 546-556.
- DODSON, C.H. 1966. Ethology of some bees of the tribe Euglossini (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **39**: 607-629.

- DODSON, C.H.; DRESSLER, H.G.; HILLS, R.M.; ADAMS, R.M. & WILLIAMS, N.H. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science** **164**: 1243-1249.
- DRESSLER, R.L. 1968. Pollination by euglossine bees. **Evolution** **22**: 202-210.
- DRESSLER, R.L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 373-394.
- ELTZ, T.; WHITTEN, W.M.; ROUBIK, D.W. & LINSSENMAIR, K.E. 1999. Fragrance, collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemical Ecology** **25**: 157-176.
- ERDTMAN, G. 1969. **Handbook of palynology: Morphology, taxonomy, ecology: an introduction to the study of pollen grains and spores**. New York, Hafner Publishing Company, 486p.
- FALCÃO, M.A.; GALVÃO, R.M.S.; CLEMENT, C.R.; FERREIRA, S.A.N. & SAMPAIO, S.G. 2000. Fenologia e produtividade do araçá-boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta Amazonica** **30**: 9-21.
- GARÓFALO, C.A. 1985. Social structure of *Euglossa cordata* nests (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Entomologia Generalis** **11**: 77-83.
- GARÓFALO, C.A. 1992. Comportamento de nidificação e estrutura de ninhos de *Euglossa cordata* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Revista Brasileira de Biologia** **52**: 187-198.

- GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; AUGUSTO, S.C.; JESUS, B.M.V. & SERRANO, J.C. 1998. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia** **15**: 589-596.
- GRACIE, C. 1993. Pollination of *Cyphomandra endopogon* var. *endopogon* (Solanaceae) by *Eufriesea* spp. (Euglossini) in French Guiana. **Brittonia** **45**: 39-46.
- GUILLAUMON, J.R.; MARCONDES, M.A.P.; NEGREIROS, O.C.; MOTA, I.S.; EMMERICH, W.; BARBOSA, A.F.; BRANCO, I.H.D.C.; CAMARA, J.J.C.; OSTINI, S.; PEREIRA, R.T.L.; SCORVO FILHO, J.D.; SHIMOMICHI, P.Y.; SILVA, S.A. & MELO NETO, J.E. 1989. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Anchieta**. I.F. – Série Registros. São Paulo, Instituto Florestal, 103p.
- INOUE, D.W. 1975. Flight temperatures of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Journal of the Kansas Entomological Society** **48**: 366-370.
- JANZEN, D.H. 1971. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science** **171**: 203-205.
- KAMINSKI, A.C. & ABSY, M.L. 2006. Bee visitors of three species of *Clusia* (Clusiaceae) in Central Amazonia. **Acta Amazonica** **36**: 259-264.
- KAY, K.M. & SCHEMSKE, D.W. 2003. Pollinator assemblages and visitation rates for 11 species of neotropical *Costus* (Costaceae). **Biotropica** **35**: 198-207.

- KNUDSEN, J.T. & MORI, A.S. 1996. Floral scents and pollination in neotropical Lecythidaceae. **Biotropica** 28: 42-60.
- KROODSMA, D.E. 1975. Flight distances of male euglossine bees in orchid pollination. **Biotropica** 7: 71-72.
- LOPES, A.V. & MACHADO, I.C. 1998. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution** 213: 71-90.
- MELO, G.A.R. 1995. Fragrance gathering by *Euglossa* males (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae) in flowers of *Ternstroemia dentata* (Theaceae). **Entomologia Generalis** 19: 281-283.
- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. 2009. Pollination in *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae): euglossine pollinators, nectar robbers and low fruit set. **Plant Biology** 10: 131-141.
- MURREN, C.J. 2002. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. **Journal of Ecology** 90: 100-107.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- NOGUEIRA, P.C.L.; MARSAIOLI, A.J.; AMARAL, M.C.E. & BITTRICH, V. 1998. The fragrant floral oils of *Tovomita* species. **Phytochemistry** 49: 1009-1012.

- OLIVEIRA, P.E.A.M. & SAZIMA, M. 1990. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution** **172**: 35-49.
- PANSARIN, E.R. & AMARAL, M.C.E. 2009. Reproductive biology and pollination of southeastern Brazilian *Stanhopea* Frost ex Hook. (Orchidaceae). **Flora** **204**: 238-249.
- PANSARIN, E.R.; BITTRICH, V. & AMARAL, M.C.E. 2006. At daybreak reproductive biology and isolating mechanisms of *Cirrhaea dependens* (Orchidaceae). **Plant Biology** **8**: 494-502.
- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M. & LISBOA, L.C.O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 101-118.
- PIJL, L. & DODSON, C.H. 1966. **Orchid flowers: their pollination and evolution**. Coral Gables, University of Miami Press, 214p.
- RAMÍREZ, S.R.; DRESSLER, R.L. & OSPINA, M. 2002. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. **Biota Colombiana** **3**: 7-118.
- RIBEIRO, J.E.L.S.; GARCIA, J.P.M. & MONTEIRO, R. 1994. Distribuição das espécies de orquídeas na planície litorânea (restinga) da Praia da Fazenda, Município de Ubatuba, SP. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **37**: 515-526.
- ROUBIK, D.W. 1998. Grave-robbing by male *Eulaema* (Hymenoptera, Apidae): implications for euglossine biology. **Journal of the Kansas Entomological Society** **71**: 188-191.

- ROUBIK, D.W. & ACKERMAN, J.D. 1987. Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. **Oecologia** **73**: 321-333.
- ROUBIK, D.W. & HANSON, P.E. 2004. **Orchid bees of tropical America: biology and field guide**. Santo Domingo de Heredia, Instituto Nacional de Biodiversidad, 370p.
- ROUBIK, D.W. & MORENO, J.E. 1991. **Pollen and Spores of Barro Colorado Island**. New York, Missouri Botanical Garden, 268p.
- ROUBIK, D.W.; YANEGA, D.; ALUJA, M.; BUCHMANN, S.S.L. & INOUE, D.W. 1995. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie** **26**: 197-211.
- ROULSTON, T.H.; CANE, J.H. & BUCHMANN, S.L. 2000. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? **Ecological Monographs** **70**: 617-643.
- SANTOS, M.L. & GARÓFALO, C.A. 1994. Nesting biology and nest re-use of *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** **41**: 99-110.
- SAZIMA, M.; SAZIMA, I. & CARVALHO-OKANO, R.M. 1985. Biologia floral de *Dalechampia stipulacea* (Euphorbiaceae) e sua polinização por *Euglossa melanotricha* (Apidae). **Revista Brasileira de Biologia** **45**: 85-93.
- SAZIMA, M.; VOGEL, S.; COCUCCI, A. & HAUSNER, G. 1993. The perfume flowers of *Cyphomandra* (Solanaceae): pollination by Euglossine bees, bellows mechanism, osmophores and volatiles. **Plant Systematics and Evolution** **187**: 51-88.

- SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. **Anais do Encontro sobre Abelhas 4**: 131-141.
- SINGER, R.B. & SAZIMA, M. 2001. Flower Morphology and Pollination Mechanism in Three Sympatric Goodyerinae Orchids from Southeastern Brazil. **Annals of Botany 88**: 989-997.
- SINGER, R.B. & SAZIMA, M. 2004. Abelhas Euglossini como polinizadoras de orquídeas na região de Picinguaba, São Paulo, Brasil, p. 175-187. *In*: F. BARROS & G.B. KERBAUY (Orgs.). **Orquidologia sul-americana: uma compilação científica**. São Paulo, Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 192p.
- SIQUEIRA-FILHO, J.A. & MACHADO, I.C. 2008. Flowering phenology and pollination ecology of *Cryptanthus diana* Leme: a case of flower fragrance-collecting by Euglossinae bees in Bromeliaceae. **Selbyana 29**: 226-232.
- SMIDT, E.C. 2004. Orquídeas do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA). **Boletim CAOB - Coordenadoria das Associações Orquidófilas do Brasil 53**: 3-9.
- SOARES, A.A.; CAMPOS, L.A.O.; VIEIRA, M.F. & MELO, G.A.R. 1989. Relações entre *Euglossa (Euglossella) mandibularis* Friese, 1899 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) e *Cyphomandra calycina* (Solanaceae). **Ciência e Cultura 41**: 903-905.
- SPECIESLINK. 2009. Disponível na World Wide Web em: <http://splink.cria.org.br/> [Acessado em 01/III/2009]

- TEICHERT, H.; DÖTTERL, S.; ZIMMA, B.; AYASSE, M. & GOTTSBERGER, G. 2009. Perfume-collecting male euglossine bees as pollinators of a basal angiosperm: the case of *Unonopsis stipitata* (Annonaceae). **Plant Biology** **11**: 29-37.
- TONHASCA, A.; ALBUQUERQUE, G.S. & BLACKMER, J. L. 2003. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology** **19**: 99-102.
- TOREZAN-SILINGARDI, H.M. & DEL-CLARO, K. 1998. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. **Ciência e Cultura** **50**: 282-284.
- VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P. & NEVES, E.L. 2002. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **46**: 539-545.
- VOGEL, S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchidaceen und *Gloxinia*. **Österreichische botanische Zeitschrift** **113**: 302-361.
- WIKELSKI, M.; MOXLEY, J.; EATON-MORDAS, A.; LÓPEZ-URIBE, M.M.; HOLLAND, R.; MOSKOWITZ, D.; ROUBIK, D.W. & KAYS, R. 2010. Large-range movements of neotropical orchid bees observed via radio telemetry. **PloS ONE** **5**: 1-6.
- WILLIAMS, N.H. 1982. The biology of orchids and euglossine bees, p. 119-171. *In*: J. ARDITTI, J. (Ed.). **Orchid biology: reviews and perspectives**, II. Ithaca, Cornell University Press, 610p.

WILLIAMS, N.H. & DRESSLER, R.L. 1976. Euglossine pollination of *Spathiphyllum* (Araceae). **Selbyana** 1: 349-356.

WILLIAMS, N.H. & WHITTEN, W.M. 1983. Orchid floral fragrances and male euglossine bees. Methods and advances in the last sesquidecade. **Biological Bulletin** 164: 355-395.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F. & CAMARGO, J.MF. 1969. Biological observations on a neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera: Apidae). A comparative study. **Journal of Faculty of Science of Hokkaido University, ser. 6 Zoology** 17: 271-380.

Capítulo IV

Dispersão e fluxo de abelhas Euglossini
(Hymenoptera, Apidae) entre uma área de
planície litorânea continental e uma área
insular no sudeste do Brasil

RESUMO

As abelhas Euglossini estão entre os principais agentes polinizadores das espécies vegetais das florestas tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul. Tanto as fêmeas quanto os machos de Euglossini podem voar por longas distâncias em busca de recursos florais atuando, dessa forma, na polinização cruzada de plantas extremamente dispersas pelas florestas tropicais. Como essas abelhas são conhecidas como polinizadores de longa distância, devido à sua excepcional capacidade de voo, este estudo proporcionou a oportunidade para avaliar, por meio da análise da variação genética existentes entre algumas populações de espécies de Euglossini, o grau de dispersão que elas podem apresentar, levando-se em consideração a existência de uma barreira de água de pelo menos 600m separando as duas áreas de estudo, Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual da Ilha Anchieta, em Ubatuba, SP. A estruturação genética dessas populações foi verificada por meio da análise de marcadores de herança biparental (microssatélites). Com o intuito de investigar a dispersão dos machos de Euglossini entre a Ilha Anchieta e a região de Picinguaba, foram selecionadas aquelas espécies que foram relativamente abundantes entre as duas áreas de estudo: *Euglossa cordata* (179 indivíduos em Picinguaba (P) e 395 na Ilha (I)), *Euglossa stellfeldi* (P = 39 e I = 82), *Eulaema cingulata* (P = 144 e I = 54) e *Eulaema nigrita* (P = 15 e I = 12). Com relação ao valor amostral, foi estabelecida uma proporção de machos a serem analisados que se aproximasse da abundância real amostrada nas duas áreas, de modo que para espécies que foram mais amostradas na Ilha Anchieta, um maior número de espécimes provenientes desta área foi selecionado e vice-versa. Dessa forma, para *Eg. cordata*, 147 machos da Ilha Anchieta e 40 de Picinguaba foram analisados; *Eg. stellfeldi* (P = 39 e I = 46); *El. cingulata* (P = 50 e I = 37) e todos os machos coletados de *El. nigrita* (P = 15 e I = 12) foram estudados. Para a análise de microssatélites, foram utilizados os oligos iniciadores previamente delineados para as espécies *Eg. cordata* e *El. nigrita*, de maneira que, para as *Eg. stellfeldi* e *El. cingulata*, os oligos de *Eg. cordata* e *El. nigrita*, foram utilizados, respectivamente. Não foi constatada diferenciação genética significativa para nenhuma população estudada: *Eg. cordata* ($F_{st}=0,00752$, $P=0,62$), *Eg. stellfeldi* ($F_{st}=0,01504$, $P=0,35$), *El. cingulata* ($F_{st}=0,06463$, $P=0,1$) e *El. nigrita* ($F_{st}=0,06254$, $P=0,44$), o que indica que as populações em questão são homogêneas e a distância de aproximadamente 600m que separa a ilha do continente não se constitui em uma barreira geográfica e pode ser transposta pelas abelhas Euglossini permitindo, dessa forma, o fluxo gênico entre as populações de ambas as áreas. Os dados genéticos também demonstraram que não há indícios de estruturação populacional para as espécies estudadas, o que reforça informações da literatura a respeito dessas abelhas, caracterizadas por apresentarem populações grandes, com altos fluxo gênico e diversidade genética e baixos índices de estruturação e machos diplóides.

ABSTRACT

Euglossini bees are among the main pollinators of plant species in tropical and subtropical forests in Central and South America. Both male and female Euglossini bees can fly long distances in search of flower resources; therefore, they act in the cross-pollination of plants that are widely dispersed in tropical forests. Since these bees are known as long-distance pollinators due to their exceptional flight performance, in this study we assessed, using genetic variation analysis between two communities of Euglossini species, how far they can disperse, considering a water barrier of at least 600 m separating our study areas: Parque Estadual da Serra do Mar (Picinguaba) and Parque Estadual da Ilha Anchieta (Anchieta), Ubatuba, state of São Paulo, southeastern Brazil. The genetic structure of these populations was assessed with an analysis of biparental inheritance markers (microsatellites). In order to investigate the dispersal of Euglossini males in Anchieta and Picinguaba the most abundant species in both areas were selected: *Euglossa cordata* (179 individuals in Picinguaba (P) and 395 in Anchieta (A)), *Euglossa stellfeldi* (P = 39 and A = 82), *Eulaema cingulata* (P = 144 and A = 54) and *Eulaema nigrita* (P = 15 and A = 12). We selected a proportion of males to be analyzed that was similar to the real abundance of each species in both areas: for instance, for a species that was more abundant in Anchieta, more specimens from this area were used. Therefore, for *Eg. cordata*, 147 males from Anchieta (A) and 40 from Picinguaba (P) were analyzed; for *Eg. stellfeldi* P = 39 and A = 46; for *El. cingulata* P = 50 and A = 37; and all *El. nigrita* males were analyzed, P = 15 and A = 12. For the analysis of microsatellites, oligo primers were used for the species *Eg. cordata* and *El. nigrita*; hence, for *Eg. stellfeldi* and *El. cingulata*, the oligo primers of *Eg. cordata* and *El. nigrita*, were used, respectively. There were no significant genetic differences between the communities studied: *Eg. cordata* ($F_{st}=0.00752$, $P=0.62$), *Eg. stellfeldi* ($F_{st}=0.01504$, $P=0.35$), *El. cingulata* ($F_{st}=0.06463$, $P=0.1$) and *El. nigrita* ($F_{st}=0.06254$, $P=0.44$). This result indicates that those communities are homogeneous and that the distance of approximately 600 m that separates the island from the continent does not constitute a geographic barrier for Euglossini bees, hence, allowing gene flow between populations of both areas. Genetic data also demonstrate that there is no evidence of population structuring for the studied species, corroborating the literature data on those bees; characterized by large populations, with high gene flow and genetic diversity and low indexes of structuring and diploid males.

Keywords: Dispersion, Euglossini, gene flow, microsatellites.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas Euglossini estão entre os principais agentes polinizadores das espécies vegetais das florestas tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul (Dressler, 1982). Estimativas apontam que plantas de mais de 60 famílias, incluindo cerca de 700 espécies de orquídeas, dependem dessas abelhas para o seu sucesso reprodutivo (Dodson *et al.*, 1969; Roubik, 1989; Roubik & Hanson, 2004). Tanto as fêmeas quanto os machos de Euglossini podem voar por longas distâncias em busca de recursos florais, atuando, dessa forma, na polinização cruzada de plantas extremamente dispersas pelas florestas tropicais (Janzen, 1971).

A excepcional capacidade de voo dos Euglossini, tais como a travessia de longas distâncias sobre regiões alagadas; a presença a 1000m acima das áreas normais de forrageamento na Cordilheira dos Andes; o retorno de fêmeas de *Eufriesea surinamensis* (Linnaeus, 1758) para seus ninhos, após voarem por mais de 20km; e a polinização de espécimes de orquídeas amplamente dispersos no interior de matas foi constatada e/ou sugerida por vários autores (Dressler, 1968; Janzen, 1971; Williams & Dodson, 1972; Janzen *et al.*, 1982; Roubik, 1989). Informações na literatura mostram e/ou sugerem que indivíduos de espécies de grande porte, como aquelas dos gêneros *Eulaema* Lepeletier, 1841 e *Eufriesea* Cockerell, 1908, podem ser capazes de voar consideráveis distâncias no interior de florestas, entre fragmentos de matas, assim como atravessar grandes corpos de água (Dressler, 1968; Janzen, 1971; Williams & Dodson, 1972; Ackerman & Montalvo, 1985; Becker *et al.*, 1991; Tonhasca *et al.*, 2003; Sofia *et al.*, 2005). Em um levantamento de machos de Euglossini realizado em uma ilha costarriquense, distante 17km da costa, Janzen (1981) coletou apenas quatro espécies, fazendo menção ao fato de que duas delas: *Euglossa dodsoni* Moure, 1965 e *Eulaema meriana* (Olivier, 1789), deveriam ser espécies transeuntes, visto que suas abundâncias na ilha eram inexpressivas. Sofia *et al.* (2005), analisando a estrutura genética de populações de *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) em três remanescentes

de Mata Atlântica no estado do Paraná, sugerem que os machos podem migrar, pelo menos, entre dois daqueles fragmentos distantes entre si por 14km.

Por outro lado, alguns autores (Powell & Powell, 1987; Morato, 1994; Peruquetti *et al.*, 1999), sugerem que machos de espécies de *Euglossa* Latreille, 1802, que são geralmente menores do que aqueles dos outros gêneros de Euglossini, apresentariam um menor raio de voo e, conseqüentemente, uma menor capacidade de dispersão entre fragmentos florestais isolados por áreas não florestadas. De acordo com Becker *et al.* (1991), o porte das abelhas teria uma conexão com a distância entre os fragmentos florestais que elas poderiam atravessar. Entretanto, machos de espécies robustas e de grande porte como *Eulaema bombiformis* (Packard, 1869), *Eulaema flavescens* (Friese, 1899), *Exaerete frontalis* (Guérin, 1844) e *Exaerete smaragdina* (Guérin, 1844) foram coletados apenas no interior de um fragmento de Mata Atlântica circundado por monoculturas de cana-de-açúcar, ao passo que muitos machos de *Euglossa cordata* (Linnaeus, 1758), uma espécie de pequeno porte, foram registrados até uma distância de 500m da borda do fragmento florestal (Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005). Da mesma maneira, Raw (1989) observou que machos de *Eg. cordata* eram capazes de voar por até 4km em áreas abertas por um período de 30 dias.

Embora sejam capazes de cruzar extensas áreas no interior de florestas contínuas, como evidenciado por Janzen (1971) para fêmeas de *Ef. surinamensis*, regiões abertas entre fragmentos florestais podem constituir-se em grandes barreiras para a fluxo de algumas espécies de Euglossini, como *Euglossa chalybeata* Friese, 1925, *Euglossa crassipunctata* Moure, 1968 e *Euglossa stilbonata* Dressler, 1982 (Powell & Powell, 1987). A fragmentação de habitats pode afetar a dispersão de polinizadores, incluindo as abelhas Euglossini (Tonhasca *et al.*, 2003; Brosi, 2009), sendo que um declínio no número de machos de algumas espécies dessa tribo foi registrado em fragmentos florestais isolados na região amazônica (Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991).

Se as espécies de Euglossini evitam voar entre fragmentos florestais dispersos, especialmente quando entre eles há extensas áreas abertas e monoculturas, pode-se especular que corpos de água também atuariam como barreiras para o fluxo dessas abelhas. Entretanto, fêmeas de *Eulaema polychroma* (Mocsáry, 1899) com massas de pólen em suas corbículas foram coletadas quando cruzavam um lago a mais de 2km da margem de terra mais próxima, o que, provavelmente, seria um indício de que essas fêmeas estariam forrageando em uma margem do lago para aprovisionarem suas células no outro lado (Janzen, 1971). Da mesma maneira, Murren (2002) observou que machos de *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804) deixavam uma área continental e voavam por até 500m em direção às ilhotas da região do Canal do Panamá atraídos por iscas embebidas em escatol.

A distância de cerca de 600m existente entre a Ilha Anchieta e o município de Ubatuba pode-se constituir em um importante obstáculo para o deslocamento de espécimes de Euglossini entre as duas áreas, impedindo, dessa forma, o fluxo gênico dos indivíduos de uma dada espécie.

2. OBJETIVOS

O desenvolvimento do presente estudo nas duas áreas escolhidas, uma no continente (Núcleo Picinguaba) e uma insular (Ilha Anchieta), proporcionou a oportunidade para avaliar, através da análise da estrutura genética de algumas populações de espécies de Euglossini, o grau de dispersão que elas podem apresentar, levando-se em consideração a existência de uma barreira de água de pelo menos 600m separando a Ilha do continente. A estruturação genética dessas populações foi verificada por meio da análise de marcadores de herança biparental (microsatélites).

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a estrutura genética das espécies que forem mais abundantes nas duas áreas, a fim de discutir hipóteses a respeito da capacidade de voo dos Euglossini e a sua restrição a determinadas regiões.
- Avaliar a correlação entre o porte e o tamanho das abelhas mais amostradas nas duas áreas de estudo com o seu raio de voo e grau de dispersão.
- Investigar se a distância de aproximadamente 600m em mar aberto entre a Ilha e o continente pode ser uma barreira para o fluxo de indivíduos das espécies de Euglossini.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ESPÉCIES ESTUDADAS

Com o intuito de investigar a diferenciação genética entre as populações de machos de Euglossini da Ilha Anchieta e da região de Picinguaba, foram selecionadas as espécies mais abundantes nas duas áreas de estudo. De acordo com este critério, as espécies *Euglossa cordata* (179 indivíduos em Picinguaba (P); 395 na Ilha (I)), *Euglossa stellfeldi* Moure 1947 (P = 39; I = 82), *Eulaema cingulata* (P = 144; I = 54) e *Eulaema nigrita* Lepeletier 1841 (P = 15; I = 12) apresentaram valores semelhantes de abundância entre as áreas e foram, dessa forma, selecionadas para este estudo. Como as análises se restringiram aos machos, visto que somente estes apresentaram números expressivos nos dois sítios de coleta, todas as fêmeas amostradas (oito de *Eg. cordata*, cinco de *Eg. stellfeldi* e quatro de *El. cingulata*, todas coletadas na Ilha Anchieta) foram descartadas. Com relação ao valor amostral, foi estabelecida uma proporção de machos a serem analisados que se aproximasse da abundância real amostrada nas duas áreas, de modo que para espécies que foram mais representativas na Ilha Anchieta, um maior número de espécimes provenientes desta área seria selecionado e vice-versa. Assim sendo, para *Eg. cordata*, 147 machos da Ilha Anchieta e 40 de Picinguaba foram analisados; *Eg. stellfeldi* (P = 39 e I = 46); *El. cingulata* (P = 50 e I = 37) e todos os machos coletados de *El. nigrita* (P = 15 e I = 12) foram estudados, uma vez que esta espécie teve um baixo número amostral nas duas áreas. Além disso, a fim de se obter uma amostra representativa das subpopulações das espécies no que tange à ocorrência nas áreas de estudo, foram considerados para análise os machos capturados ao longo dos dois anos de coletas nas iscas-odores, período compreendido de agosto de 2007 a julho de 2009.

3.2. EXTRAÇÃO DE DNA

O terceiro par de pernas de cada indivíduo foi retirado com o auxílio de pinças entomológicas e acondicionado em tubos ependorff® autoclavados, os quais foram colocados em nitrogênio líquido (N₂) para a maceração das pernas. Em seguida, foram adicionados 400 µL de Chelex 10% aos tubos e a mistura foi incubada por 30 minutos a 56° C para, *a posteriori*, passar por agitação em vortex por dez segundos e, depois, fervida por cinco minutos e novamente ser vortexada, de acordo com o protocolo de Walsh *et al.* (1991). Após este processo, os tubos foram centrifugados por três minutos a 14000 rpm e a fração sobrenadante foi retirada para a utilização na reação de PCR, sendo transferida para tubo autoclavado e estocado em freezer, para armazenamento.

3.3. MICROSSATÉLITES

Souza *et al.* (2007) delinearam oligos iniciadores para nove locos microssatélites de *Eg. cordata* (17, 18, 24, 26, 30a, 30b, 35, 37 e 51) e onze locos de *El. nigrita* (1, 12a, 12b, 13, 2J, 5J, 7J, 10J, 12J, 18J e 19J). Esses oligos iniciadores vêm sendo utilizados no Laboratório de Genética Evolutiva de Himenópteros (LGEH) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) para a análise de machos adultos amostrados no Brasil, com o fim de verificar a ocorrência de machos diplóides, bem como para avaliar a estrutura sociogenética (parentesco genético intranidal) dos ninhos de Euglossini. Para que dados consistentes sobre estruturação populacional possam ser obtidos, pelo menos quatro desses locos foram analisados para as amostras mais abundantes de Euglossini da região continental e insular, de acordo com o sucesso na amplificação e facilidade de fenotipagem.

O protocolo para a reação de amplificação do DNA extraído e as condições de PCR utilizadas foram as descritas por Souza *et al.* (2007). Após as reações de amplificação realizadas em

termociclador Eppendorf (modelo Mastercycler), os produtos de PCR foram diluídos 25 vezes. Em seguida, 2 µL da diluição foram adicionados à mistura de 7,75 µL de Tween 0,1% e 0,25 µL da solução de padrão de tamanho ET 550-R MegaBace. O sequenciador automático MegaBace1000 foi utilizado para identificar o tamanho dos alelos e os fenótipos onde ocorriam, sendo feita a leitura dos resultados no programa MegaBace Fragment Profiler versão 1.2.

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

A partir dos fenótipos identificados para os locos microssatélites analisados, os seguintes parâmetros genéticos foram estabelecidos:

1) a variabilidade genética de cada população – estimada através da proporção de locos polimórficos, do número médio de alelos e da diversidade gênica, utilizando o software FSTAT 2.9.3.2 (Goudet, 2001), além da heterozigosidade média esperada ($H_e = \sum H_i/n$) com base nos genótipos obtidos para as quatro espécies estudadas. A significância das diferenças das diversidades genéticas obtidas em cada área (e também entre as espécies de cada gênero e entre os gêneros estudados) foi averiguada por meio de um teste t entre pares de valores de H_e submetidos à transformação arcoseno (Archie, 1985);

2) o grau de diferenciação interpopulacional (F_{st}), estimado através do software Arlequin 3.1 (Excoffier *et al.*, 2005);

3) a partição da variação genética pela Análise Molecular de Variância (AMOVA), também aferida com o uso do software Arlequin 3.1 (Excoffier *et al.*, 2005);

4) teste de *assignment*, realizado pelo software GenAlex 6.4 (Peakall & Smouse, 2006).

Foram considerados polimórficos os locos cuja frequência do alelo mais comum foi menor que 95% e os locos não polimórficos não foram considerados nas análises. O nível de significância de 5% foi estabelecido para todos os testes estatísticos realizados.

4. RESULTADOS

4.1. EXTRAÇÃO DE DNA

O protocolo de extração padronizado para Euglossini no LGEH mostrou-se eficiente para as quatro espécies estudadas, já que apenas cinco indivíduos de *Eg. cordata*, quatro de *El. cingulata* e cinco de *El. nigrita* não apresentaram amplificação para nenhum dos locos estudados.

4.2. MICROSSATÉLITES

Os oligos delineados por Souza *et al.* (2007) para *Eg. cordata* foram utilizados tanto para indivíduos dessa espécie como para *Eg. stellfeldi*, sendo que os nove e quatro deles foram amplificados com sucesso, respectivamente. No caso de *El. nigrita*, nove dos onze oligos delineados por Souza *et al.* (2007) para esta espécie amplificaram com sucesso, de modo que para *El. cingulata*, sete foram amplificados com resultados positivos.

4.3. ANÁLISE DOS DADOS

4.3.1. VARIABILIDADE GENÉTICA

Todos os locos mostraram-se polimórficos em *Eg. cordata*. Já para *Eg. stellfeldi*, quatro dos nove locos não puderam ser utilizados devido à ausência de amplificação ou amplificação de baixa qualidade e dos cinco locos restantes, quatro foram polimórficos (80%). Para *El. nigrita*, dois dos onze locos analisados foram descartados por apresentarem resultados contendo grande quantidade de “missing data” e ruído. Todos os nove locos restantes apresentaram-se polimórficos. Por fim, para *El. cingulata*, foram amplificados com sucesso sete dos onze locos descritos para *El. nigrita* e

seis deles foram polimórficos (86%).

Os outros parâmetros: número médio de alelos, diversidade gênica, heterozigosidade esperada e o valor de t entre pares de valores de H_e (Picinguaba X Ilha Anchieta) podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros estimados para as populações de *Euglossa cordata*, *Euglossa stellfeldi*, *Eulaema nigrita* e *Eulaema cingulata* da Ilha Anchieta e Picinguaba. N=número de indivíduos analisados; A=número de alelos; Hd=diversidade gênica; He=heterozigosidade esperada; t= valores de t; P(t)=significância dos valores de t. I=Ilha Anchieta; P=Picinguaba.

Populações de <i>Euglossa</i>						Populações de <i>Eulaema</i>					
		<i>Eg. cordata</i>		<i>Eg. stellfeldi</i>				<i>El. nigrita</i>		<i>El. cingulata</i>	
loco		I	P	I	P	loco		I	P	I	P
17	N	140	35	35	42	1	N	6	11	---	---
	A	12	10	6	7		A	5	8	---	---
	Hd	0,87	0,85	0,8	0,76		Hd	0,93	0,93	---	---
	He	0,86	0,83	0,78	0,75		He	0,78	0,84	---	---
18	N	141	35	---	---	13	N	8	14	35	43
	A	14	8	---	---		A	5	7	3	2
	Hd	0,83	0,76	---	---		Hd	0,86	0,81	0,38	0,21
	He	0,83	0,74	---	---		He	0,75	0,76	0,36	0,21
30b	N	113	28	---	---	12a	N	5	12	10	25
	A	17	14	---	---		A	3	7	5	3
	Hd	0,91	0,94	---	---		Hd	0,7	0,91	0,82	0,66
	He	0,9	0,91	---	---		He	0,56	0,83	0,74	0,63
35	N	141	35	---	---	12b	N	8	14	7	11
	A	4	4	---	---		A	2	3	3	4
	Hd	0,48	0,5	---	---		Hd	0,54	0,7	0,76	0,69
	He	0,47	0,49	---	---		He	0,47	0,64	0,65	0,63
51	N	141	35	---	---	2J	N	8	12	26	21
	A	6	4	---	---		A	4	5	8	9
	Hd	0,47	0,5	---	---		Hd	0,82	0,83	0,87	0,89
	He	0,47	0,49	---	---		He	0,72	0,76	0,84	0,85
24	N	140	40	46	39	10J	N	5	11	9	19
	A	10	7	2	3		A	5	7	4	11
	Hd	0,85	0,82	0,19	0,13		Hd	1	0,91	0,58	0,92
	He	0,85	0,8	0,18	0,12		He	0,8	0,83	0,52	0,88
26	N	142	40	45	39	5J	N	6	11	---	---
	A	11	9	2	4		A	3	3	---	---
	Hd	0,82	0,83	0,19	0,25		Hd	0,73	0,62	---	---
	He	0,82	0,81	0,18	0,24		He	0,61	0,56	---	---
30a	N	140	40	---	---	12J	N	7	14	---	---
	A	8	5	---	---		A	4	4	---	---
	Hd	0,62	0,55	---	---		Hd	0,81	0,7	---	---
	He	0,62	0,53	---	---		He	0,69	0,65	---	---
37	N	138	40	45	39	19J	N	8	14	36	46
	A	14	10	5	4		A	6	7	2	2
	Hd	0,87	0,87	0,67	0,44		Hd	0,93	0,89	0,41	0,43
	He	0,86	0,84	0,65	0,43		He	0,81	0,83	0,4	0,42
TOTAL	t	0,3649		0,3031			t	-1,1262		0,1448	
	P (t)	0,36		0,386				0,1383		0,4439	

Os valores de *t* também foram estimados entre as populações do gênero *Euglossa*, comparando *Eg. cordata* e *Eg. stellfeldi* (*t*=-3,6665 e *P*=0,0006); entre as espécies de *Eulaema*, confrontando *El. nigrita* e *El. cingulata* (*t*=-1,7365 e *P*=0,0514) e também comparando-se os gêneros *Euglossa* e *Eulaema* (*t*=0,5427 e *P*=0,2951).

4.3.2. GRAU DE DIFERENCIAÇÃO POPULACIONAL

Os valores do parâmetro *Fst* da estatística *F* indicaram que as populações de machos da Ilha Anchieta e do continente das quatro espécies analisadas são geneticamente homogêneas (Tabela 2):

Tabela 2. Valores de *Fst* calculados para as populações de *Euglossa cordata*, *Euglossa stellfeldi*, *Eulaema nigrita* e *Eulaema cingulata* e valor de significância *P*.

População	<i>Fst</i>	<i>P</i>
<i>Euglossa cordata</i>	0,00752	0,62
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0,01504	0,35
<i>Eulaema nigrita</i>	0,06254	0,44
<i>Eulaema cingulata</i>	0,06463	0,1

4.3.3. DISTRIBUIÇÃO DA VARIAÇÃO GENÉTICA

Os valores não significativos de *Fst* estimados foram confirmados mediante a realização de uma análise de variância (AMOVA) considerando dois níveis hierárquicos, entre populações e dentro de populações (Tabela 3). A análise indicou que a maior parte da variação (>93%) se deve a diferenças dentro de populações (entre indivíduos) e uma fração muito pequena a diferenças entre populações, confirmando a elevada homogeneidade das populações comparadas.

Tabela 3. Porcentagem da variação dos locos microssatélites presente nos diferentes níveis hierárquicos (populações e indivíduos), estimada por AMOVA, pelo teste de distância de Kimura (1983), para as populações de *Euglossa cordata*, *Euglossa stellfeldi*, *Eulaema nigrata* e *Eulaema cingulata*. P=significância.

População	Fonte de Variação	Porcentagem da Variação	P
<i>Euglossa cordata</i>	Entre as populações	0,75	0,62
	Dentro das Populações	99,25	
<i>Euglossa stellfeldi</i>	Entre as populações	1,50	0,35
	Dentro das Populações	98,5	
<i>Eulaema nigrata</i>	Entre as populações	6,25	0,44
	Dentro das Populações	93,75	
<i>Eulaema cingulata</i>	Entre as populações	6,46	0,096
	Dentro das Populações	93,54	

4.3.4. TESTE DE ASSIGNMENT

O teste de *assignment* indica a porcentagem das amostras que foram corretamente atribuídas à sua população de origem. Os valores observados indicaram que a probabilidade de um indivíduo ser corretamente atribuído à sua população de origem (ilha ou continente) foi próxima de 50%, portanto, similar aos valores de uma atribuição meramente casual desta origem (Tabela 4). Estes achados claramente apontam para a similaridade genética das populações das amostras coletadas nos dois sítios.

Tabela 4. Porcentagem da população que foi corretamente (“Própria”) e incorretamente (“Outra”) identificada pelo teste de *assignment*.

População	Própria população	Outra população
<i>Euglossa cordata</i>	58%	42%
<i>Euglossa stellfeldi</i>	49%	51%
<i>Eulaema nigrata</i>	50%	50%
<i>Eulaema cingulata</i>	55%	45%

5. DISCUSSÃO

A má amplificação ou a ausência de amplificação de alguns locos testados nesse estudo, principalmente para as espécies *Eg. stellfeldi* e *El. cingulata*, é um resultado esperado por se tratar de uma análise conduzida com primers heterólogos. Porém, dados obtidos por López-Uribe *et al.* (2010) demonstraram maior sucesso de amplificação entre espécies de *Eulaema*, o que evidencia a necessidade de aumentar o número de locos testados neste trabalho para a obtenção de resultados mais consistentes. As análises moleculares atestaram que os machos coletados na Ilha Anchieta e os amostrados em Picinguaba não diferem significativamente e, portanto, devem representar uma mesma população. Este resultado indica que a distância de aproximadamente 600m que separa a ilha do continente não se constitui em uma barreira geográfica intransponível para as abelhas Euglossini, permitindo, dessa forma, o fluxo gênico entre as subpopulações das duas áreas. Este resultado foi corroborado por todas as análises (Fst, AMOVA e teste de *assignment*), demonstrando a ausência de diferenças genéticas significativas entre as populações da ilha e do continente para as quatro espécies de estudo.

A excepcional capacidade de voo e dispersão dos Euglossini foi inferida por Dick *et al.* (2004) por meio da análise de sequências do gene mitocondrial que codifica a enzima citocromo oxidase I. De acordo com os resultados obtidos naquele trabalho, espécimes de *Eufriesea pulchra* (Smith, 1854), *Euglossa intersecta* Latreille, 1838, *Exaerete frontalis* e *Ex. smaragdina* coletados em uma área de 2500km de extensão, entre a Guiana Francesa e o Equador, apresentaram haplótipos idênticos. Estes dados indicam ocorrência de fluxo gênico entre as populações dessas espécies, assim como o resultado encontrado para as espécies deste estudo, sendo que, para *El. cingulata*, o mesmo resultado foi encontrado, embora para uma área de maior extensão, entre a Guiana Francesa e a Bolívia, totalizando 3000km.

Os Euglossini são conhecidos como polinizadores de longa distância devido à sua alta capacidade de voo, uma vez que podem percorrer quilômetros em áreas de florestas tropicais em um

mesmo dia (Dressler, 1968; Janzen, 1971; Williams & Dodson, 1972; Kroodsmá, 1975; Janzen, 1981; Tonhasca *et al.*, 2003; Wikelski *et al.*, 2010). Segundo Dillon & Dudley (2004), os Euglossini podem sustentar cerca do dobro de sua própria massa corpórea no ar e a sua capacidade de elevação aumenta de forma isométrica em voo. A variação na frequência dos batimentos alares dessas abelhas está correlacionada com a massa corpórea, sendo que o tamanho das asas (comprimento e área) influencia diretamente a frequência de seus batimentos (Darveau *et al.*, 2005). Casey *et al.* (1985) divide os Euglossini em dois grupos distintos com base em suas características físicas e a relação destas com a habilidade de voar, de modo que as espécies pubescentes, que pertencem aos gêneros *Eulaema* e *Eufriesea*, são mais robustas e àquelas dos gêneros *Euglossa* e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 seriam as espécies glabras. Estes autores observaram que as espécies pubescentes apresentam frequência de batimento alar e metabolismo energético mais altos que as abelhas glabras, visto que possuem asas menores quando comparadas a *Euglossa* spp. e *Exaerete* spp. Embora as relações entre massa corpórea e massa muscular entre os gêneros de Euglossini sejam idênticas, a diferença na capacidade de elevação pode ser atribuída ao fato de que as espécies de *Eulaema* e *Eufriesea* tendem a ter uma frequência de batimentos de asas mais alta para uma dada massa corpórea em comparação com as espécies glabras (Dillon & Dudley, 2004). No caso do presente estudo, não houve diferenças quanto à capacidade de dispersão de espécies pubescentes e de grande porte, como *El. cingulata* e *El. nigríta*, e espécies glabras e pequenas, *Eg. cordata* e *Eg. stellfeldi*, uma vez que, para todas elas, foram obtidos baixos valores de diferenciação genética, o que evidencia a homogeneidade das populações de machos e que o fluxo gênico entre a ilha e o continente ocorre. O teste de t entre as médias das heterozigosidades intralocos esperada de *Euglossa* e *Eulaema* revelou que os dois gêneros apresentam níveis similares de variação genética.

Este teste, além de ter sido realizado através da comparação dos níveis de variação genética entre as populações da ilha e do continente de cada espécie, também foi feito entre as espécies de cada gênero. Os resultados obtidos mostraram nível semelhante de variação genética entre as espécies de *Eulaema* (*El. nigríta* e *El. cingulata*), e níveis diferentes de variação entre as espécies

de *Euglossa* (*Eg. cordata* e *Eg. stellfeldi*). Este último achado pode ser atribuído ao menor número de locos (quatro) que foram utilizados nos testes com *Eg. stellfeldi*.

Machos de *Eg. cordata* são capazes de voar por longas distâncias, entre áreas abertas e fragmentos florestais (Raw, 1989; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005) e mesmo em grandes centros urbanos e ecossistemas alterados e antrópicos (Tonhasca *et al.*, 2003; López-Uribe *et al.*, 2008; Cerântola *et al.*, 2010). Os machos voam por longas distâncias em ecossistemas tropicais, não somente em busca de néctar para, assim, suprirem suas necessidades fisiológicas, mas também para a coleta de fragrâncias florais, as quais são armazenadas em suas tíbias posteriores modificadas e que poderiam, dessa maneira, desempenhar um importante papel na seleção sexual (Janzen, 1971; Kroodsmá, 1975; Gerlach & Schill, 1991; Roubik & Hanson, 2004). Além disso, os machos buscam ativamente por territórios no interior das florestas para exibirem o comportamento de corte e, conseqüentemente, atraírem fêmeas para a cópula, exalando a complexa mistura de fragrâncias coletadas (Kimsey, 1980, Bembé, 2004; Eltz *et al.*, 2005). Estes fatores evidenciam o comportamento exploratório e dispersor dos machos, o qual pode ser inferido no presente trabalho pela ausência de estruturação no padrão de distribuição dos clusters para os locos microssatélites. Resultados similares também foram obtidos por Cerântola *et al.* (2010) para *Eg. cordata*, cujos machos analisados em áreas urbanas (com distâncias de até 2193,1 km) compuseram populações homogêneas e sem estruturação, o que os caracterizam como dispersores, ao passo que a colonização foi um atributo geralmente relacionado às fêmeas, as quais, segundo Garófalo (1985), podem permanecer em seus ninhos maternos para reativá-los, ao contrário dos machos, que abandonam o ninho imediatamente após a emergência. Padrões distintos de dispersão em *Eg. cordata*, com machos dispersores e fêmeas filopátricas, também foi mencionado por López-Uribe (2006) em populações estudadas em centros urbanos. O comportamento de colonização das fêmeas também já havia sido sugerido para outras espécies de Euglossini, como *El. nigríta* (Santos & Garófalo, 1994) e *El. meriana* (Cameron & Ramírez, 2001). Segundo Arriaga & Hernández (1998), importantes fontes de pólen e néctar visitadas por fêmeas de *Euglossa atrovéneta* Dressler, 1978

para o provisionamento das células encontravam-se a poucos metros de seus ninhos, o que representaria para elas um baixo gasto energético, já que evitariam voos de longa distância para o forrageamento. As fêmeas realizam o forrageamento e sempre retornam aos seus ninhos, ao passo que os machos podem mover-se ao acaso em uma dada região em busca de néctar e/ou fragrâncias florais (Dodson *et al.*, 1969; Janzen, 1971).

Apesar dos dados fornecidos pelo presente trabalho quanto à capacidade de dispersão dos machos de Euglossini, algumas informações relevantes quanto à ocorrência das espécies dessa tribo nas duas áreas estudadas merecem destaque. Embora a distância marítima de cerca de 600m que separa a Ilha Anchieta do continente não seja um obstáculo para os machos, como demonstrado pelas análises moleculares, algumas espécies que se mostraram extremamente abundantes em Picinguaba ocorreram em números inexpressivos ou mesmo não foram registradas na Ilha Anchieta ao longo de dois anos de amostragem nas iscas artificiais, período compreendido entre agosto de 2007 e julho de 2009 (ver Capítulos I e II). No caso, *Euglossa iopocila* Dressler, 1982 foi representada por 219 machos em Picinguaba, caracterizando-se como a espécie mais abundante desta região e nenhum indivíduo foi amostrado na Ilha Anchieta. Da mesma maneira, *Euglossa sapphirina* Moure, 1968, a segunda espécie mais abundante em Picinguaba, e *Euglossa roderici* Nemésio, 2009 tiveram 200 e 61 machos coletados no continente e apenas nove e cinco na área insular, respectivamente, reflexo da baixa representatividade de ambas as espécies na Ilha Anchieta, uma área que apresenta um longo histórico de ocupação humana e introdução de espécies exóticas (Guillaumon *et al.*, 1989). Ainda que os Euglossini sejam dotados de atributos morfológicos que lhes permitam cruzar extensas áreas e ocupar distintos biomas, há espécies que parecem não tolerar ambientes alterados e/ou modificados pela ação antrópica, como *Euglossa analis* Westwood, 1840 e *Eg. sapphirina* (Tonhasca *et al.*, 2002; Nemésio & Silveira, 2006), enquanto outras, como *Eg. cordata* e *El. nigrita*, são descritas como espécies tolerantes a áreas abertas e perturbadas e poderiam ser classificadas como indicadores de ambientes alterados (Tonhasca *et al.*, 2003; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005; Aguiar & Gaglianone, 2008). Estudos referentes à fragmentação de

habitats mostram que os Euglossini são particularmente mais afetados pelos seus efeitos que outras abelhas (Brosi, 2009) e que a abundância de espécies está proporcionalmente relacionada ao tamanho dos fragmentos florestais (Brosi, 2009; Giangarelli *et al.*, 2009) ou talvez ao grau de dispersão, uma vez que espécies que dispersam pouco naturalmente apresentam estruturação (Darvill *et al.*, 2006; Ellis *et al.*, 2006; Takahashi *et al.*, 2008), ao passo que as maiores diferenças são esperadas em espécies que migram muito e exigem, pelo menos, corredores florestais nem sempre presentes. Embora as informações obtidas por Brosi (2009) demonstrem a ameaça da fragmentação de habitats às populações de Euglossini, uma preocupação que merece urgentes ações minimizadoras de seus efeitos, dados genéticos de Cerântola *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2010) indicam que essas abelhas são caracterizadas por voarem por longas distâncias e apresentarem populações grandes, “saudáveis”, com alta diversidade genética e índices inexpressivos de estruturação, de modo que é pouco provável a ocorrência de intercruzamento e a perda da diversidade de alelos sexuais entre elas. Além disso, o alto fluxo gênico através da América do Sul é característico de muitas espécies da tribo (Dick *et al.*, 2004), o que as tornam importantes modelos para o estudo da estrutura genética de populações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.D. & MONTALVO, A.M. 1985. Longevity of euglossine bees. **Biotropica** **17**: 79-81.
- AGUIAR, W.M. & GAGLIANONE, M.C. 2008. Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology** **37**: 118-125.
- ARCHIE, J.W. 1985. Statistical analysis of heterozygosity data: Independent sample comparisons. **Evolution** **39**: 623-637.
- ARRIAGA, E.R. & HERNÁNDEZ, E.M. 1998. Resources foraged by *Euglossa atrovirens* (Apidae: Euglossinae) at Unión Juárez, Chiapas, Mexico. A palynological study of larval feeding. **Apidologie** **29**: 347-359.
- BECKER, P.; MOURE, J.S. & PERALTA, F.J.A. 1991. More about euglossine bees in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica** **23**: 340-591.
- BEMBÉ, B. 2004a. Functional morphology in male euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Apidologie** **35**: 283-291.
- BROSI, B.J. 2009. The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation** **142**: 414-423.

- CAMERON, S.A. & RAMÍREZ, S. 2001. Nest architecture and nesting ecology of orchid bee *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Journal of the Kansas Entomological Society** **74**: 142-165.
- CASEY, T.M.; MAY, M.L. & MORGAN, K.R. 1985. Flight energetics of euglossine bees in relation to morphology and wing stroke frequency. **Journal of Experimental Biology** **116**: 271-289.
- CERÂNTOLA, N.C.M.; OI, C.A.; CERVINI, M. & DEL LAMA, M.A. 2010. Genetic differentiation of urban populations of *Euglossa cordata* from the state of São Paulo, Brazil. **Apidologie**. DOI: [10.1051/apido/2010055](https://doi.org/10.1051/apido/2010055)
- DARVEAU, C.A.; HOCHACHKA, P.W.; ROUBIK, D.W. & SUAREZ, R.K. 2005. Allometric scaling of flight energetics in orchid bees: evolution of flux capacities and flux rates. **Journal of Experimental Biology** **208**: 3593-3602.
- DARVILL, B.; ELLIS, J.S.; LYE, G.C. & GOULSON, D. 2006. Population structure and inbreeding in a rare and declining bumblebee, *Bombus muscorum* (Hymenoptera: Apidae). **Molecular Ecology** **15**: 601-611.
- DICK, C.W.; ROUBIK, D.W.; GRUBER, K.F. & BERMINGHAM, E. 2004. Long-distance gene flow and across-Andean dispersal of lowland rainforest bee (Apidae: Euglossini) revealed by comparative mitochondrial DNA phylogeography. **Molecular Ecology** **13**: 3775-3785.

- DILLON, M. & DUDLEY, R. 2004. Allometry of maximum vertical force production during hovering flight of neotropical orchid bees (Apidae: Euglossini). **Journal of Experimental Biology** **207**: 417-425.
- DODSON, C.H.; DRESSLER, H.G.; HILLS, R.M.; ADAMS, R.M. & WILLIAMS, N.H. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science** **164**: 1243-1249.
- DRESSLER, R.L. 1968. Pollination by euglossine bees. **Evolution** **22**: 202-210.
- DRESSLER, R.L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 373-394.
- ELLIS, J.S.; KNIGHT, M.E.; DARVILL, B. & GOULSON, D. 2006. Extremely low effective population sizes, genetic structuring and reduced genetic diversity in a threatened bumblebee species, *Bombus sylvarum* (Hymenoptera: Apidae). **Molecular Ecology** **15**: 4375-4386.
- ELTZ, T.; SAGER, A. & LUNAU, K. 2005. Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. **Journal of Comparative Physiology A** **191**: 575-581.
- EXCOFFIER, L.; LAVAL, G. & SCHNEIDER, S. 2005. Arlequin ver. 3.1: An integrated software package for population genetics data analysis. **Evolutionary Bioinformatics Online** **1**: 47-50.
- GARÓFALO, C.A. 1985. Social structure of *Euglossa cordata* nests (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis** **11**: 77-83.

- GERLACH, G. & SCHILL, R. 1991. Composition of orchid scents attracting euglossine bees. **Botanica Acta** **104**: 379-391.
- GIANGARELLI, D.C.; FREIRIA, A.G.; COLATRELI, O.P.; SUZUKI, K.M. & SOFIA, S.H. 2009. *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. **Neotropical Entomology** **38**: 610-615.
- GOUDET, J. 2001. FSTAT: a program to estimate and test gene diversity and fixation indices (version 2.9.3.2) [updated from Goudet J. 1995. FSTAT (Version 1.2): a computer program to calculate *F*-statistics. **Journal of Heredity** **86**: 485-486]
- GUILLAUMON, J.R.; MARCONDES, M.A.P.; NEGREIROS, O.C.; MOTA, I.S.; EMMERICH, W.; BARBOSA, A.F.; BRANCO, I.H.D.C.; CAMARA, J.J.C.; OSTINI, S.; PEREIRA, R.T.L.; SCORVO FILHO, J.D.; SHIMOMICHI, P.Y.; SILVA, S.A. & MELO NETO, J.E. 1989. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Anchieta**. I.F. – Série Registros. São Paulo, Instituto Florestal, 103p.
- JANZEN, D.H. 1971. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science** **171**: 203-205.
- JANZEN, D.H. 1981. Reduction in euglossine bees species richness on Isla del Cano, a Costa Rican offshore island. **Biotropica** **13**: 238-240.
- JANZEN, D.H.; DEVRIES, P.J.; HIGGINS, M.L. & KIMSEY, L.S. 1982. Seasonal and site variation in Costa Rica euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forest. **Ecology** **63**: 66-74.

- KIMSEY, L.S. 1980. The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. **Animal Behavior** **28**: 996-1004.
- KIMURA, M. 1983. **The neutral theory of molecular evolution**. Cambridge, Cambridge University Press, 384p.
- KROODSMA, D.E. 1975. Flight distances of male euglossine bees in orchid pollination. **Biotropica** **7**: 71-72.
- LÓPEZ-URIBE, M.M. 2006. **Dinâmica e estrutura genética populacional de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) visitantes florais de *Thevetia peruviana* em áreas urbanas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 83p.
- LÓPEZ-URIBE, M.M.; OI, C.A. & DEL LAMA, M.A. 2008. Nectar-foraging behavior of Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in urban areas. **Apidologie** **39**: 410-418.
- LÓPEZ-URIBE, M.M.; GREEN, A.N.; RAMÍREZ, S.; BOGDANOWICZ, S.M. & DANFORTH, B.N. 2010. Isolation and cross-species characterization of polymorphic microsatellites for the orchid bee *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Conservation Genetics Resources** **3**: 21-23.
- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. 2005. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monocultures? **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 853-858.

- MORATO, E.F. 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada nas vizinhanças de Manaus (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Ser. Zool.** **10**: 95-105.
- MURREN, C.J. 2002. Effects of habitat fragmentation on pollination: Pollinators, pollinia viability and reproductive success. **Journal of Ecology** **90**: 100-107.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. 2006. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology** **35**: 313-323.
- PEAKALL, R. & SMOUSE, P.E. 2006. GENALEX 6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology** **6**: 288-295.
- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M. & LISBOA, L.C.O. 1999. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 101-118.
- POWELL, A.H. & POWELL, G.V.N. 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). **Revista Brasileira de Entomologia** **33**: 103-107.
- ROUBIK, D.W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York, Cambridge University Press, 514p.

- ROUBIK, D.W. & HANSON, P.E. 2004. **Orchid bees of tropical America: biology and field guide**. Santo Domingo de Heredia, Instituto Nacional de Biodiversidad, 370p.
- SANTOS, M.L. & GARÓFALO, C.A. 1994. Nesting biology and nest re-use of *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** **41**: 99-110.
- SOFIA, S.H.; PAULA, F.M.; SANTOS, A.M.; ALMEIDA, F.S. & SODRÉ, L.M.K. 2005. Genetic structure analysis of *Eufriesea violacea* (Hymenoptera, Apidae) populations from southern Brazilian Atlantic rainforest remnants. **Genetics and Molecular Biology** **28**: 479-484.
- SOUZA, R.O.; CERVINI, M.; DEL LAMA, M.A. & PAXTON, R.J. 2007. Microsatellite loci for euglossine bees (Hymenoptera: Apidae). **Molecular Ecology Notes** **7**: 1352-1356.
- SOUZA, R.O.; DEL LAMA, M.A.; CERVINI, M.; MORTARI, N.; ELTZ, T.; ZIMMERMANN, Y.; BACH, C.; BROSI, B.J.; SUNI, S.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G. & PAXTON, R.J. 2010. Conservation genetics of neotropical pollinators revisited: microsatellite analysis suggests that diploid males are rare in orchid bees. **Evolution** **64**: 3318-3326.
- TAKAHASHI, J.; AYABE, T.; MITSUHATA, M.; SHIMIZU, I. & ONO, M. 2008. Diploid male production in a rare and locally distributed bumblebee, *Bombus florilegus* (Hymenoptera, Apidae). **Insectes Sociaux** **55**: 43-50.
- TONHASCA, A.; BLACKMER, J.L. & ALBUQUERQUE, G.S. 2002. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic forest. **Biotropica** **34**: 416-422.

- TONHASCA, A.; ALBUQUERQUE, G.S. & BLACKMER, J. L. 2003. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology** **19**: 99-102.
- WALSH, P.S.; METZGER, D.A. & HIGUCHI, R. 1991. Chelex® 100 as a medium of simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. **BioTechniques** **10**: 506-513.
- WIKELSKI, M.; MOXLEY, J.; EATON-MORDAS, A.; LÓPEZ-URIBE, M.M.; HOLLAND, R.; MOSKOWITZ, D.; ROUBIK, D.W. & KAYS, R. 2010. Large-range movements of neotropical orchid bees observed via radio telemetry. **PloS ONE** **5**: 1-6.
- WILLIAMS, N.H. & DODSON, C.H. 1972. Selective attraction of male euglossine bees to orchid floral fragrances and its importance in long-distance pollen flow. **Evolution** **26**: 84-95.

ANEXOS

Tabela 1. Lista das espécies de plantas cujas anteras foram removidas para a composição de um laminário de referência. UEC - Herbário da Universidade Estadual de Campinas, HRCB - Herbário Rioclarense e SPFR - Herbário do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. * Espécies cujas anteras foram coletadas *in loco*.

Famílias	Espécies	Número de registro do Herbário
Acanthaceae	<i>Aphelandra schottiana</i> (Nees) Profice	UEC 30371
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i> Nees	UEC 659239
Acanthaceae	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	UEC 30315
Acanthaceae	<i>Justicia meyeniana</i> (Nees) Lindau	UEC 148900
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	*
Acanthaceae	<i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.	*
Amaranthaceae	<i>Alternanthera littoralis</i> P.Beauv.	HRCB 17923
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	SPFR 5392
Amaranthaceae	<i>Cyathula prostrata</i> Blume	HRCB 14513
Amaranthaceae	<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	HRCB 3407
Amaranthaceae	<i>Hebanthe eriantha</i> (Poir.) Pedersen	HRCB 8506
Amaryllidaceae	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	UEC 70657
Apocynaceae	<i>Condylocarpon isthmicum</i> (Vell.) A.DC.	UEC 25786
Apocynaceae	<i>Forsteronia leptocarpa</i> (Hook. & Arn.) A.DC.	UEC 75669
Apocynaceae	<i>Forsteronia pilosa</i> (Vell.) Müll.Arg.	UEC 41291
Apocynaceae	<i>Mandevilla funiformis</i> (Vell.) K.Schum.	UEC 117916
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	*
Apocynaceae	<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson	UEC 25916
Apocynaceae	<i>Prestonia dusenii</i> (Malme) Woodson	UEC 73667
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	UEC 80510
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	UEC 47601
Apocynaceae	<i>Temnadenia odorifera</i> (Vell.) J.F.Morales	UEC 73117
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.	*
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	*
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma ubatubense</i> Assis & Semir	UEC 108875
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G.Lohmann	UEC 78477
Bignoniaceae	<i>Cuspidaria octoptera</i> A.H.Gentry	HRCB 23320
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	HRCB 51927
Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguiculata</i> (Vell.) L.G.Lohmann	HRCB 16409
Bignoniaceae	<i>Fridericia conjugata</i> (Vell.) L.G.Lohmann	UEC 98734
Bignoniaceae	<i>Fridericia rego</i> (Vell.) L.G.Lohmann	UEC 79876
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	*

Bignoniaceae	<i>Lundia cordata</i> (Vell.) DC.	*
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	HRCB 32452
Bignoniaceae	<i>Stizophyllum perforatum</i> (Cham.) Miers	UEC 68231
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	UEC 89806
Bignoniaceae	<i>Tabebuia obtusifolia</i> (Cham.) Bureau	HRCB 12859
Bignoniaceae	<i>Tanaecium pyramidatum</i> (Rich.) L.G.Lohmann	UEC 20890
Bignoniaceae	<i>Tanaecium selloi</i> (Spreng.) L.G.Lohmann	UEC 20882
Bromeliaceae	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	HRCB 9148
Bromeliaceae	<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	HRCB 8440
Bromeliaceae	<i>Aechmea organensis</i> Wawra	UEC 43413
Bromeliaceae	<i>Aechmea pectinata</i> Baker	UEC 64915
Bromeliaceae	<i>Billbergia pyramidalis</i> (Sims) Lindl.	UEC 89287
Bromeliaceae	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	SPFR 9883
Bromeliaceae	<i>Canistropsis billbergioides</i> (Schult. & Schult.f.) Leme	HRCB 48886
Bromeliaceae	<i>Canistropsis seidelii</i> (L.B.Sm. & Reitz) Leme	*
Bromeliaceae	<i>Quesnelia arvensis</i> (Vell.) Mez	UEC 48771
Bromeliaceae	<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	HRCB 9487
Bromeliaceae	<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	HRCB 48881
Campanulaceae	<i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G.Don	UEC 25049
Cannaceae	<i>Canna pedunculata</i> Sims	*
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	*
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	UEC 129421
Clusiaceae	<i>Clusia lanceolata</i> Cambess.	UEC118690
Clusiaceae	<i>Kielmeyera petioaris</i> Mart.	UEC 113173
Commelinaceae	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Kuntze ex Hand.-Mazz.	UEC 146341
Commelinaceae	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C.Mikan	*
Commelinaceae	<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos	UEC 149268
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	UEC 33680
Convolvulaceae	<i>Ipomoea saopaulista</i> O'Donell	UEC 3876
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	*
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia sphaerostigma</i> (Cav.) Rusby	UEC 89303
Costaceae	<i>Costus arabicus</i> L.	*
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	*
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia ficifolia</i> Lam.	UEC 68162
Fabaceae	<i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes	HRCB 9804
Fabaceae	<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	HRCB 256
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	UEC 138670
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	UEC 87176
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	UEC 97539

Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	HRCB 52591
Fabaceae	<i>Crotalaria vitellina</i> Ker Gawl.	UEC 142565
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	UEC 62713
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	HRCB 14110
Fabaceae	<i>Inga subnuda</i> subsp. <i>luschnathiana</i> (Benth.) T.D.Penn	HRCB 9480
Fabaceae	<i>Machaerium lanceolatum</i> (Vell.) J.F.Macbr.	HRCB 29171
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	HRCB 10031
Fabaceae	<i>Mimosa invisa</i> Mart. ex Colla	HRCB 11063
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	HRCB 13167
Fabaceae	<i>Piptadenia adiantoides</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	HRCB 8505
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	HRCB 11835
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	UEC 123736
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	HRCB 10372
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	UEC 99953
Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	UEC 119714
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i> L.	UEC 67478
Fabaceae	<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	UEC 20724
Gesneriaceae	<i>Besleria longimucronata</i> Hoehne	UEC 26134
Gesneriaceae	<i>Codonanthe gracilis</i> (Mart.) Hanst.	UEC 24773
Gesneriaceae	<i>Nematanthus fissus</i> (Vell.) L.E.Skog	UEC 137223
Heliconiaceae	<i>Heliconia angusta</i> Vell.	HRCB 23983
Heliconiaceae	<i>Heliconia farinosa</i> Raddi	UEC 59172
Heliconiaceae	<i>Heliconia rivularis</i> Emygdio & E.Santos	HRCB 28002
Iridaceae	<i>Neomarica longifolia</i> (Link & Otto) Sprague	HRCB 11465
Iridaceae	<i>Trimezia martinicensis</i> (Jacq.) Herb.	HRCB 8368
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	UEC 6149
Malpighiaceae	<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A.Juss.	UPCB 51370
Malpighiaceae	<i>Heteropterys intermedia</i> (A.Juss.) Griseb.	UPCB 50618
Malpighiaceae	<i>Heteropterys nitida</i> (Lam.) DC.	HRCB 15847
Malpighiaceae	<i>Heteropterys patens</i> (Griseb.) A.Juss.	HRCB 8533
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A.Juss.	UPCB 50043
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon tomentosum</i> A.Juss.	HRCB 14504
Melastomataceae	<i>Acisanthera quadrata</i> Pers.	HRCB 13423
Melastomataceae	<i>Clidemia biserrata</i> DC.	HRCB 13676
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	UEC 46459
Melastomataceae	<i>Clidemia urceolata</i> DC.	UEC 83912
Melastomataceae	<i>Huberia ovalifolia</i> DC.	UEC 29242
Melastomataceae	<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	UEC 90332
Melastomataceae	<i>Leandra reversa</i> (DC.) Cogn.	HRCB 10616

Melastomataceae	<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	HRCB 8641
Melastomataceae	<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.	HRCB 14521
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	HRCB 13850
Melastomataceae	<i>Mouriri chamissoana</i> Cogn.	UEC 21044
Melastomataceae	<i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana	UEC 68155
Melastomataceae	<i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) Reginato <i>et al.</i>	UEC 137370
Melastomataceae	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	*
Melastomataceae	<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.	HRCB 13679
Melastomataceae	<i>Tibouchina gaudichaudiana</i> (DC.) Baill.	HRCB 14554
Melastomataceae	<i>Tibouchina langsдорffiana</i> (Bonpl.) Baill.	HRCB 14830
Melastomataceae	<i>Tibouchina fothergillae</i> (Schrank & Mart. <i>ex</i> DC.) Cogn.	UEC 58896
Melastomataceae	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	UEC 149276
Melastomataceae	<i>Tibouchina regnellii</i> Cogn.	HRCB 13860
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	*
Myrtaceae	<i>Calyptanthus grandifolia</i> O.Berg	UEC 11708
Myrtaceae	<i>Calyptanthus lucida</i> Mart. <i>ex</i> DC.	HRCB 31464
Myrtaceae	<i>Campomanesia neriiflora</i> (O.Berg) Nied.	UEC 139536
Myrtaceae	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	*
Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	HRCB 52105
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	HRCB 15940
Myrtaceae	<i>Eugenia brevistyla</i> D.Legrand	HRCB 16256
Myrtaceae	<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	HRCB 9495
Myrtaceae	<i>Eugenia fusca</i> O.Berg	UEC 11734
Myrtaceae	<i>Eugenia magnibracteolata</i> Mattos & D.Legrand	HRCB 23325
Myrtaceae	<i>Eugenia monosperma</i> Vell.	HRCB 10055
Myrtaceae	<i>Eugenia plicata</i> Nied.	HRCB 31455
Myrtaceae	<i>Eugenia prasina</i> O.Berg	HRCB 23393
Myrtaceae	<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	HRCB 14525
Myrtaceae	<i>Eugenia umbelliflora</i> O.Berg	HRCB 10405
Myrtaceae	<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	HRCB 20742
Myrtaceae	<i>Gomidesia blanchetiana</i> O.Berg	HRCB 31436
Myrtaceae	<i>Marlierea obscura</i> O.Berg	UEC 91296
Myrtaceae	<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	HRCB 20674
Myrtaceae	<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	UEC 113778
Myrtaceae	<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	UEC 81567
Myrtaceae	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	HRCB 9779
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	HRCB 11057
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West <i>ex</i> Willd.) O.Berg	HRCB 31450
Myrtaceae	<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Legrand) D.Legrand	HRCB 31458

Myrtaceae	<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	UEC 45790
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	UEC 149439
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	*
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	HRCB 10964
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	*
Ochnaceae	<i>Ouratea parviflora</i> (A.DC.) Baill.	UEC 33921
Passifloraceae	<i>Passiflora jilekii</i> Wawra	*
Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	*
Polygalaceae	<i>Bredemeyera laurifolia</i> (A.St.-Hil.) Klotzsch ex A.W.Benn.	UEC 37894
Polygalaceae	<i>Polygala laureola</i> A.St.-Hil. & Moq.	UPCB 11619
Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> L.	UPCB 45224
Polygalaceae	<i>Securidaca lanceolata</i> A.St.-Hil. & Moq.	UPCB 11730
Rubiaceae	<i>Alseis floribunda</i> Schott	UEC 126662
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	UEC 119241
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	UEC 149119
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	UEC 52207
Rubiaceae	<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.	UEC 196655
Rubiaceae	<i>Sabicea cinerea</i> Aubl.	*
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia parviflora</i> (Oerst.) Monach.	HRCB 23858
Solanaceae	<i>Dyssochroma viridiflora</i> (Sims) Miers	UEC 119286
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	UEC 70843
Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	SPFR 4367
Solanaceae	<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.	UEC 90652
Solanaceae	<i>Solanum insidiosum</i> Mart.	*
Solanaceae	<i>Solanum martii</i> Sendtn.	HRCB 9701
Solanaceae	<i>Solanum odoriferum</i> Vell.	HRCB 8552
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	UEC 149445
Solanaceae	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	HRCB 10788
Solanaceae	<i>Solanum vaillantii</i> Dunal	HRCB 11197
Verbenaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	UEC 149053
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	*
Vochysiaceae	<i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	UEC 14428
Zingiberaceae	<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B.L.Burtt. & R.M.Sm.	*
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig	*