



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DOUGLAS CALDEIRA GIANGARELLI

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE DOIS
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO
PARANÁ**

DOUGLAS CALDEIRA GIANGARELLI

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE DOIS
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO
PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Helena Sofia

Londrina
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (Cip)

G433c Giangarelli, Douglas Caldeira.

Comunidades de abelhas Euglossini de dois remanescentes de Mata Atlântica no estado do Paraná / Douglas Caldeira Giangarelli. – Londrina, 2011.
99 f. : il.

Orientador: Silvia Helena Sofia.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2011.

Inclui bibliografia

1. Abelha – Mata Atlântica – Teses. 2. Abelha – Reservas florestais – Teses. 3. Abelha – Zoogeografia – Paraná – Teses. I. Sofia, Silvia Helena. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 658.013

DOUGLAS CALDEIRA GIANGARELLI

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE DOIS
REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sílvia Helena Sofia
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Solange Cristina Augusto
UFU – Minas Gerais - MG

Prof. Dr. João A. Cyrino Zequi
UEL – Londrina - PR

Londrina, 18 de fevereiro de 2011.

**DEDICO AOS MEUS PAIS, ONILSON E
THEREZINHA, MINHA IRMÃ PATRICIA, MINHA
NAMORADA MARINA E MINHA ORIENTADORA
SILVIA H. SOFIA, PELA AMIZADE,
COMPANHEIRISMO, APOIO E PACIÊNCIA.**

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Silvia Helena Sofia, por compartilhar comigo seu conhecimento ao longo destes sete anos, por me permitir crescer como biólogo, pela dedicação, paciência, amizade e muito mais, obrigado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina.

Ao Dr. André Nemésio pelo valioso auxílio na identificação de alguns dos espécimes coletados.

Aos colegas de Laboratório: Karen, Stephany, Gabriele, Alessandra, Bruno, Cecília, Lucas, Henrique, Marcela e Willian, pelo companheirismo, amizade e ajuda nas coletas.

Ao Sérgio, Valmir, Margareth e técnicos do Parque Ecológico da Klabin S.A, pelo apoio, amizade e muita ajuda nas coletas na Fazenda Monte Alegre.

Ao pessoal da Reserva Natural Salto Morato pelo apoio técnico e disponibilidade nas coletas.

Aos meus pais Onilson B. Giangarelli e Therezinha Ap. C. Giangarelli pelo apoio, incentivo e confiança em todas as minhas decisões.

À minha irmã Patricia M. Giangarelli e meu cunhado França, pela amizade, companheirismo e amizade em todos os momentos.

À Marina C. Ricci, minha namorada e futura esposa, pela dedicação, companheirismo, ajuda em todos os momentos.

À Galera do Cachaçamba, pela amizade, camaradagem, churrascos, futebol e rodas de samba.

À Klabin S.A e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) e pelo apoio financeiro.

À Profa. Dra. Solange Cristina Augusto e Prof. Dr. José Marcelo D. Torezan, membros da banca examinadora, pela disponibilidade em participar da avaliação deste trabalho.

À Rosana, Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, pela pronta disposição em ajudar sempre que solicitada.

À CAPES/PROCAD/2007 pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina e ao Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Londrina por possibilitar a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

GIANGARELLI, Douglas Caldeira. **Comunidades de abelhas Euglossini de dois remanescentes de Mata Atlântica no estado Paraná.** 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

Neste trabalho foram estudadas as comunidades de Euglossini de dois importantes remanescentes de Mata Atlântica localizados no estado do Paraná: a) Reserva Natural Salto Morato (RNSM), com 2340 ha, recoberta em sua maior parte por Floresta Ombrófila Densa, localizada no município de Guaraqueçaba (25°10'56"S e 48°17'53"W); b) Fazenda Monte Alegre (FMA), com 126000 ha, localizada no município de Telêmaco Borba (24°12'42"S e 50°33'26"W). Na FMA foram estudadas as comunidades de Euglossini de dois tipos de formação vegetal de Mata Atlântica: Floresta Estacional Semidecidual – FES (217 ha) e Floresta Ombrófila Mista – FOM (7900 ha). Em ambas as localidades (RNSM e FMA), nas amostragens foram utilizadas iscas-odores de oito essências diferentes (eucaliptol, eugenol, vanilina, beta-ionona, salicilato de metila, acetato de benzila, benzoato de benzila e cinamato de metila). As amostragens ocorreram no horário entre 10:00 e 13:00 h. Nas amostragens machos euglossíneos atraídos às iscas foram capturados, com rede entomológica, por dois coletores que amostravam simultaneamente dois pontos distintos nas áreas de estudo. Na FMA, as amostragens foram realizadas no período de fevereiro/2008 a janeiro/2010 e tiveram duração de duas horas. Na RNSM, as amostragens ocorreram no período de abril/2009 a março/2010 e tiveram duração de três horas. Neste local, duas áreas de Floresta Ombrófila Densa foram amostradas em dias consecutivos. Ambas as áreas foram amostradas simultaneamente por dois coletores, totalizando quatro pontos de amostragem na RNSM. Na FES da FMA foram coletados 297 machos pertencentes a sete espécies e três gêneros. *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante, com 124 indivíduos amostrados (41,8%), seguida de *Eufriesea violacea* com 94 indivíduos coletados (31,6%). Na área composta por Floresta Ombrófila Mista foram coletados 92 indivíduos, pertencentes a três espécies e três gêneros. *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante, com 89 indivíduos amostrados (96,7%). Na RNSM, durante o período de estudo, foi amostrado um total de 355 indivíduos, pertencentes a quatro gêneros e 13 espécies: *Euglossa iopoecila* (43,4%) e *Euglossa annectans*, (33,5%) foram as espécies mais abundantes. Este trabalho revelou a ocorrência de *E. viridis* na área de FOD da RNSM, demonstrando uma maior amplitude de ocorrência desta espécie em domínios de Mata Atlântica. Os resultados deste estudo contribuem efetivamente para um maior conhecimento da fauna de Euglossini em remanescentes de Mata Atlântica no estado do Paraná e sul do Brasil e fornecem informações que auxiliam na compreensão da distribuição deste importante grupo de polinizadores neotropicais.

Palavras-Chave: Abelhas das orquídeas. Floresta estacional semidecidual. Floresta ombófila densa. Floresta ombrófila mista. Mata Atlântica.

GIANGARELLI, Douglas Caldeira. **Euglossine bee communities from two Atlantic Forest remnants in Paraná state.** 99 f. Dissertation (Master's degree in Biological Science). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

In the current work, the communities of Euglossini bees from two important Atlantic Forest remnants located in Paraná state were studied: a) Reserva Natural Salto Morato (RNSM), with 2340 ha, most part of this covered by Tropical Rainforest, located in the municipality of Guaraqueçaba (25°10'56 "S and 48°17'53"W); b) Fazenda Monte Alegre (FMA), with 126,000 ha, located in Telêmaco Borba (24°12'42"S and 50°33'26"W). In this area, two types of Atlantic Forest vegetation were surveyed for euglossine bees: a) Semideciduous Forest -FES (217 ha) and Mixed Forest -FOM (7900 ha). In both locations (FMA and RNSM), chemical-baits of eight different fragrances (eucalyptol, eugenol, vanillin, beta-ionone, methyl salicylate, benzyl acetate, benzyl benzoate and methyl cinnamate) were used to attract euglossine males, which were captured by collectors positioned in two different sites in the study area. Samplings were carried out between 10:00 to 13:00 h. In the FMA, surveys were conducted between February/2008 and January/2010 and lasted two hours, while in the RNSM, samplings were carried out from April/2009 to March/2010 and lasted three hours. In the FES area, at the FMA, it was collected a total of 297 males belonging to seven species and three genera. *Eulaema nigrita* was the most abundant species with 124 individuals sampled (41.8%), followed by *Eufriesea violacea* (94 individuals; 31.6%). In the FOM area 92 individuals, belonging to three species and three genera were collected. *Eulaema nigrita* was the most abundant species represented by 89 individuals (96.7%). In the RNSM, it was collected a total of 355 individuals belonging to four genera and 13 species: *Euglossa iopoecila* (43.4%) and *Euglossa annectans*, (33.5%) were the most abundant species. This study showed the occurrence of *E. viridis* at RNSM, revealing a greater range of occurrence of this species throughout Atlantic Forest domains. The results of this study contribute effectively to a better knowledge about the euglossine bees present in Atlantic Forest remnants in Paraná State and certainly provide new information that supports the understanding of the distribution of this important group of pollinators in the Neotropics.

Keywords: Orchid bees. Atlantic forest. Semideciduous forest. Tropical rainforest. Mixed ombrophilous forest.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no Estado do Paraná – Dinâmica entre o período 2008-201025
- Tabela 2** – Síntese do bioma Mata Atlântica no Estado do Paraná26
- Tabela 3** – Relação de estudos sobre comunidades de abelhas Euglossini realizados em território brasileiro. São apresentados o estado e tipo de domínio e formação vegetal onde o estudo foi realizado, autores, riqueza, número de indivíduos coletados, espécie dominante e tipo de metodologia utilizada no estudo. MA = Mata Atlântica; OD = Floresta Ombrófila Densa; FES = Floresta Estacional Semidecidual; Obs = Observação sem coleta32

Artigo A

- Tabela 4** – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das sete espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nos dois pontos (PA_{FES} e PB_{FES}) de amostragem na Floresta Estacional Semidecidual. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.....47
- Tabela 5** – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das três espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nos dois pontos (PA_{FOM} e PB_{FOM}) de amostragem na Floresta Ombrófila Mista. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.....51

Tabela 6 – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das treze espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nas duas áreas (A e B) de amostragem na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba – PR, no período de abril/2009 a março/2010. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.....56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição da Mata Atlântica pelos estados brasileiros e seus ecossistemas associados (Modificado: SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2010).....	17
Figura 2 – Choque da placa tectônica Sul-Americana contra a placa de Nazca, originando a Cordilheira dos Andes	18
Figura 3 – Perfil topográfico de diversas formações da Mata Atlântica.....	19
Figura 4 – Composição da Mata Atlântica antes do desmatamento e a situação atual.	23
Figura 5 – Distribuição dos diferentes tipos formações de Mata Atlântica no estado do Paraná: FOD, Floresta Ombrófila Densa; FOM, Floresta Ombrófila Mista (= Floresta com Araucária); FES, Floresta Estacional e CPO, Estepes (= Campos). Na Figura são mostradas também pequenas manchas de Cerrado, CER.....	24
Figura 6 – Mapa com os remanescentes atuais de Mata Atlântica do estado do Paraná.....	25
Figura 7 – Mapa do <i>hotspots</i> no mundo.....	27
 Artigo A	
Figura 8 – Localização geográfica da Reserva Natural Salto Morato (RNSM) em Guaraqueçaba e da Fazenda Mote Alegre (FMA) em Telêmaco Borba no estado do Paraná, Brasil (Modificado de Scheer et al., 2009).....	42
Figura 9 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.....	48
Figura 10 – Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas no remanescente de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre, entre os meses de março de 2008 a fevereiro de	

	2009. Não foram realizadas amostragens nos meses de maio, junho e julho de 2008.....	49
Figura 11	– Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.....	50
Figura 12	– Número de espécies de Euglossini atraídas a cada essência na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.....	50
Figura 13	– Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.....	52
Figura 14	– Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas no remanescente de Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre, no período de março 2008 a fevereiro de 2009. Não foram realizadas amostragens nos meses de maio, junho e julho de 2008.....	53
Figura 15	– Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.....	54
Figura 16	– Número de espécies de Euglossini atraídas a cada essência na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.....	54
Figura 17	– Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na área A da Reserva Natural Salto Morato.....	57
Figura 18	– Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na área B da Reserva Natural Salto Morato.....	57
Figura 19	– Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas com iscas-odores na Reserva Natural Salto Morato.....	59

Figura 20 – Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas na área de Floresta Ombrófila Densa da Reserva Natural Salto Morato, no período de abril a maio de 2009 e julho de 2009 a março de 2010	60
Figura 21 – Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na RNSM.....	61
Figura 22 – Número de espécies atraídas a cada essência na RNSM	61
Figura 23 – Distribuição da ordem de abundância (em número de indivíduos) para as espécies de Euglossini nas três áreas estudadas (RNSM, FMA (FES), FMA (FOM)). As espécies estão ordenadas em ordem decrescente de abundância de indivíduos. FOD = Floresta Ombrófila Densa; FES = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1	A MATA ATLÂNTICA	15
1.1.1	Definição e Domínio da Mata Atlântica	15
1.1.2	Origem da Mata Atlântica	18
1.1.3	Ecosistemas de Destaque da Mata Atlântica.....	19
1.1.3.1	Formação aluvial	20
1.1.3.2	Formação das terras baixas	20
1.1.3.3	Formação sub-montana.....	21
1.1.3.4	Formação montana	21
1.1.3.5	Formação alto-montana.....	21
1.1.4	Situação Atual da Mata Atlântica	22
1.1.5	A Mata Atlântica do Estado do Paraná	24
1.1.6	Importância da Mata Atlântica	26
1.2	ABELHAS	27
1.2.1	Classificação e Diversidade.....	27
1.2.2	Família Apidae e os Apidae Corbiculados	28
1.2.3	Tribo Euglossini	29
1.2.4	Levantamentos da Fauna de Euglossini no Brasil	31
2	OBJETIVOS	35
2.1	OBJETIVO GERAL	35
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
3	ARTIGO A – COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE TRÊS FITOFISIONOMIAS DE MATA ATLÂNTICA, NO ESTADO PARANÁ, SUL DO BRASIL	36
	REFERÊNCIAS	70
4	ARTIGO B – FIRST RECORD OF A GYNANDROMORPH ORCHID BEE, <i>EUGLOSSA IOPOECILA</i> (HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI)	75

References.....	82
5 ARTIGO C – FIRST RECORD OF THE ORCHID BEE <i>EUGLOSSA VIRIDIS</i> (PERTY) (HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI) FROM PARANÁ STATE, SOUTHERN BRAZIL.....	85
References.....	88
CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS.....	90

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 A MATA ATLÂNTICA

1.1.1 Definição e Domínio

Originalmente, a Mata Atlântica, considerada a segunda maior Floresta Tropical da América do Sul, englobava uma área de aproximadamente 1.300.000 km², correspondendo a cerca de 15% do território brasileiro. Em sua extensão territorial original, a Mata Atlântica (também denominada de Floresta Atlântica) estendia-se por toda a costa oriental do Brasil, apresentando incursões profundas em direção ao interior do país, alcançando e penetrando a oeste no Paraguai e ao sul na Argentina e cobrindo total ou parcialmente 17 estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí) (IBGE, 2005).

Ocorrendo em condições altamente heterogêneas, a Mata Atlântica apresenta uma extensão latitudinal sul de 27° a 29°, penetrando por áreas tropicais e subtropicais da América do Sul (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005; RIBEIRO et al., 2009). De acordo com estes autores, a ampla extensão longitudinal, juntamente com a ampla faixa latitudinal, constituem fatores importantes na composição de diferentes tipos de formações vegetais deste bioma. Ainda, tais características geográficas em associação com as variações altitudinais encontradas nos domínios da Mata Atlântica fornecem a este bioma sua alta diversidade e endemismo de espécies.

Conforme a Figura 1, a Mata Atlântica corresponde a um mosaico de ecossistemas florestais e ecossistemas associados (restingas, manguezais, etc.) que formavam um grande contínuo florestal à época do descobrimento do Brasil (MMA, 2000; GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). Um dos pontos de discussão em torno da Mata Atlântica diz respeito à definição real dos seus domínios (OLIVEIRA-

FILHO; FONTES, 2000). Alguns autores definem sua distribuição como restrita a faixa litorânea (JOLY; LEITÃO-FILHO; SILVA, 1991), enquanto outros admitem uma penetração para o interior na região Sudeste (RIZZINI, 1963; SOS MATA ATLANTICA, 2008).

Segundo o Decreto Lei 750/93, o Domínio da Mata Atlântica, é definido como: "O espaço que contém aspectos fitogeográficos e botânicos que tenham influência das condições climatológicas peculiares do mar, incluindo as áreas associadas delimitadas segundo o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 1992) que inclui as Florestas Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas e campos de altitude associados, brejos interioranos e encraves florestais da Região Nordeste" (Figura 1).

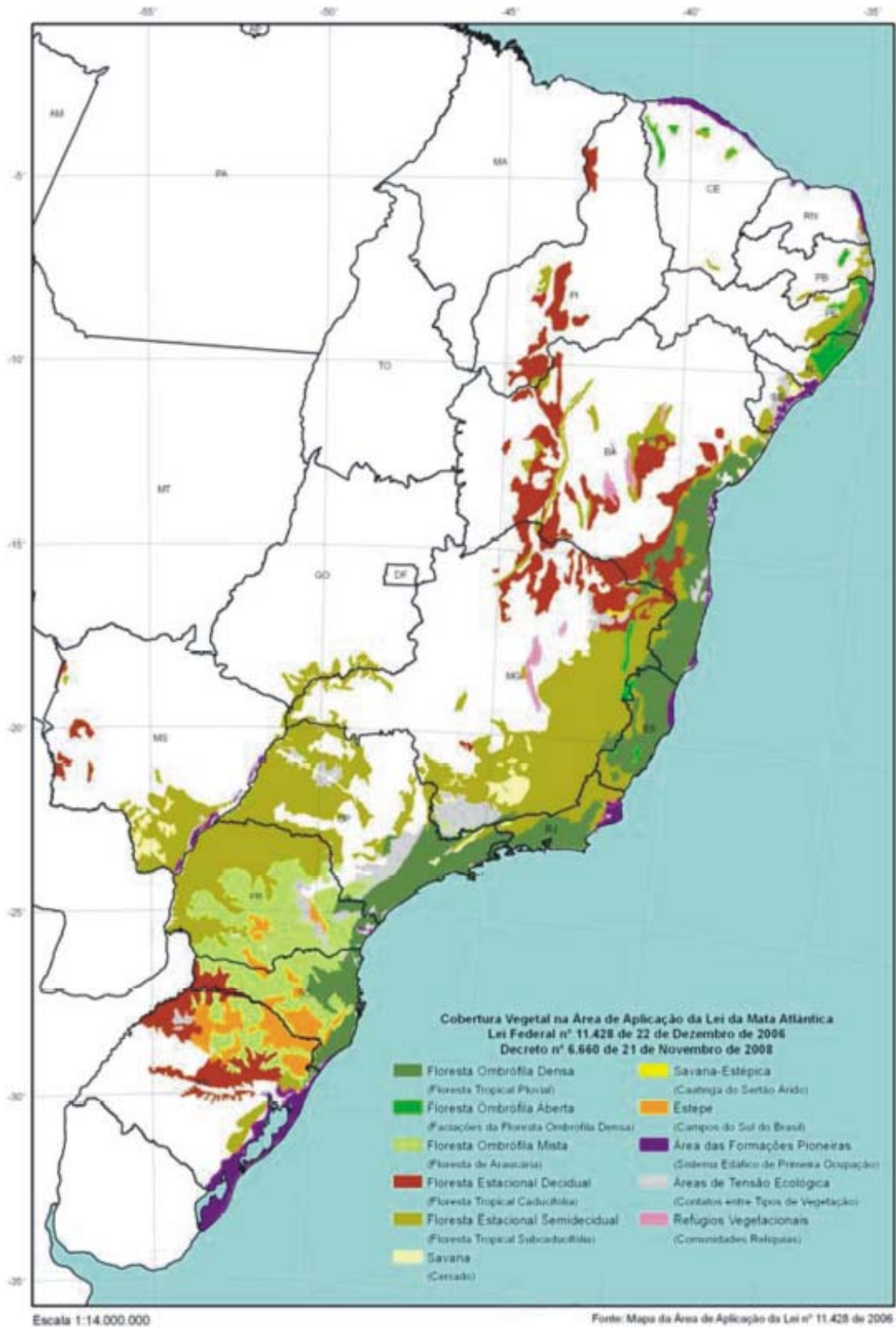


Figura 1 – Distribuição da Mata Atlântica pelos estados brasileiros e seus ecossistemas associados (Modificado: SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2010).

1.1.2 Origem da Mata Atlântica

A Mata Atlântica foi formada a partir do encontro entre as placas tectônicas de Nazca e Sul-Americana, no qual, a placa de Nazca mergulhou sob a placa Sul-Americana, empurrando-a para cima. Com o passar do tempo, a porção da crosta (camada superficial da litosfera) localizada sobre a área de convergência foi se elevando, formando a cadeia de montanhas da Cordilheira dos Andes (Figura 2) (TONHASCA, 2005). Como resultado da resistência ao movimento na área de convergência, ocorreu um soerguimento de menor magnitude do que nos Andes, na costa leste do continente, resultando no complexo cristalino (600 milhões de anos). Isso resultou na formação da cadeia de cerca de 9000 km na costa do Brasil, denominada de Serra do Mar (TONHASCA, *op. cit.*).

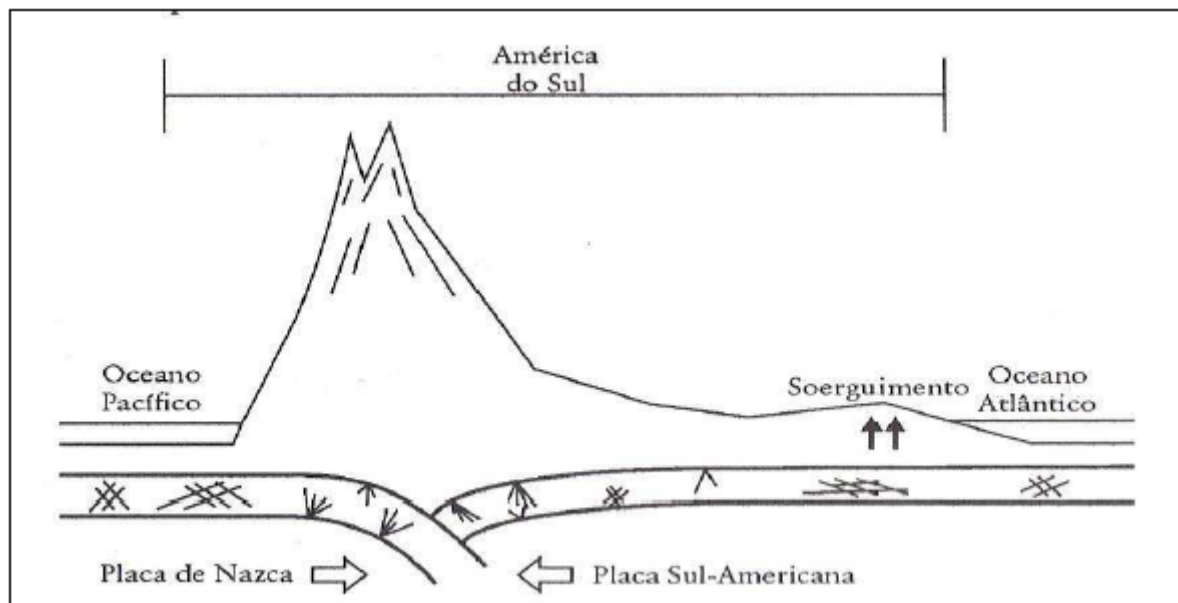


Figura 2 – Choque da placa tectônica Sul-Americana contra a placa de Nazca, originando a Cordilheira dos Andes

Fonte: Tonhasca (2005).

O complexo cristalino sofreu processos lentos de erosão desgastando as escarpas. Os sedimentos foram se acumulando ao longo da costa dando origem a planície litorânea, esta planície sofreu com o avanço e recuo do mar

ao longo dos anos, aumentando a deposição de sedimentos, levando a formação de lagunas, restingas e cordões arenosos. As encostas criadas pelo complexo cristalino com a planície litorânea formaram os principais habitats que compõem a Mata Atlântica legal: manguezais, restinga, planície nos aluviões, mata úmida de encosta, mata de altitude e a mata semidecidual (Figura 3) (TONHASCA, 2005).

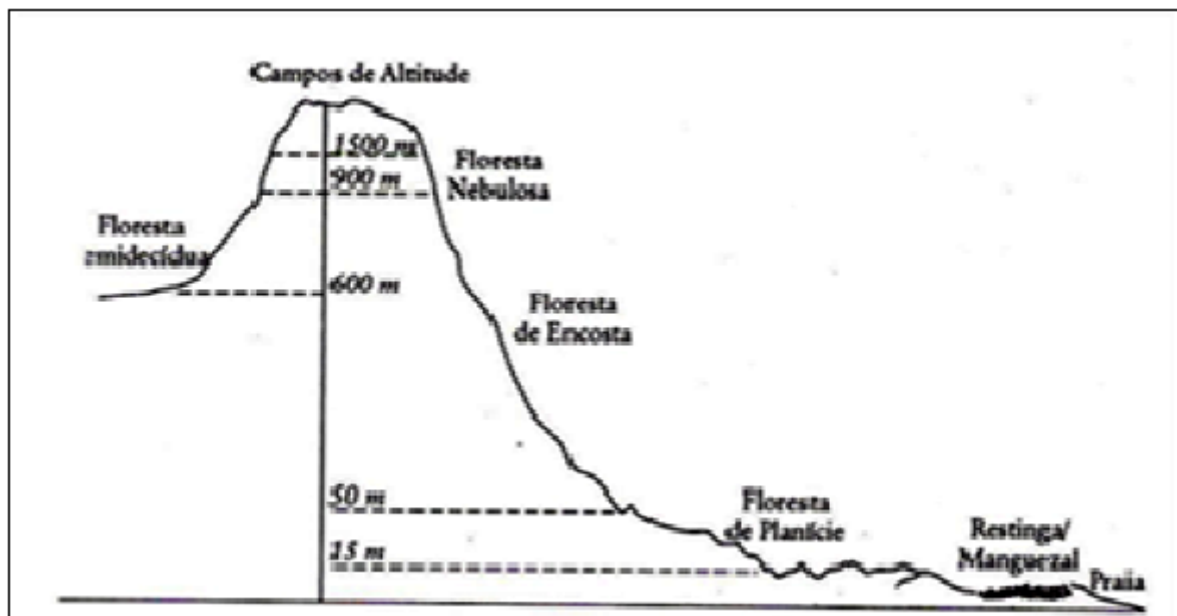


Figura 3 – Perfil topográfico de diversas formações da Mata Atlântica
Fonte: Tonhasca (2005).

1.1.3 Ecossistemas de Destaque da Mata Atlântica

A Mata Atlântica encontra-se representada por um conjunto heterogêneo de formações vegetais ou ecossistêmicas, dentre estas, três tipos merecem destaque na presente revisão, particularmente, pela representatividade destas formações no estado do Paraná, são estas:

A) Floresta Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical)

Floresta sempre verde (perenifólia) situada, em elevações montanhosas com variações fisionômicas o que lhe permite altíssima riqueza e

diversidade. Apresenta um dossel formado por árvores de 20 a 30 metros de altura (IBGE, 1992). Esta vegetação é caracterizada por apresentar fanerófitas, lianas lenhosas e epífitas em abundância, sendo estas e as características climáticas sua maior diferença em relação às outras formações. Em relação às condições climáticas a Floresta Ombrófila Densa apresenta: elevadas temperaturas (médias de 25°) e alta precipitação (1800 mm), bem distribuídas durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biologicamente seco. Possui cinco divisões, as quais são determinadas pelas variações de altitude (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982; VELOSO et al., 1991; IBGE, 1992; TONHASCA, 2005), são estas:

1.1.3.1 Formação aluvial

Não varia topograficamente e apresenta sempre os ambientes repetitivos. Trata-se de formação ribeirinha ou floresta ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando os terrenos antigos das planícies quaternárias. Esta formação é constituída por macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, com o tronco cônico. Apresenta com frequência um dossel emergente uniforme. É uma formação com muitas palmeiras no estrato dominado. Também apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucas parasitas (VELOSO; FILHO, LIMA, 1991, IBGE, 1992).

1.1.3.2 Formação das terras baixas

Situada entre: a) 4° de latitude N e 16° latitude S , em altitudes variando de 5 m a 100 m acima do mar; b) 16°de latitude S e 24°de latitude S, de 5 m até 50 m de altitude e; c) 24°de latitude S e 32° de latitude S, nas altitudes de 5 m até 30 m. É uma formação que em geral ocupa as planícies costeiras. Ocorre desde a Amazônia, estendendo-se por todo o Nordeste até proximidades do rio São João, no Estado do Rio de Janeiro (VELOSO; FILHO, LIMA, 1991, IBGE, 1992).

1.1.3.3 Formação sub-montana

Situada nas encostas dos planaltos e/ou serras entre 4° de latitude N e 16° de latitude de S, a partir dos 100 m até 600 m de altitude; de 16° de latitude S a 24° de latitude S, em altitudes de 50 m até 500 m; de 24° de latitude S a 32° de latitude S, de 30 m até 400 m. Suas principais características são os fanerófitos, que raramente ultrapassa os 30 m na Mata Atlântica (IBGE, 1992).

1.1.3.4 Formação montana

Situada no alto dos planaltos e/ou serras entre nas mesmas coordenadas geográficas que a Formação Submontana. Suas altitudes variam de 400 a 1000 m no sul do País. A estrutura florestal do dossel uniforme (20 m) é representada por ecotipos relativamente finos com casca grossa e rugosa, folhas miúdas e de consistência coriácea (IBGE, 1992).

1.1.3.5 Formação alto-montana

Situada acima dos limites estabelecidos para a formação Montana. Trata-se de uma formação arbórea com aproximadamente 20 metros de altura, que se localiza no cume das altas montanhas. Sua estrutura é integrada por fanerófitos com troncos e galhos finos, folhas miúdas, coriáceas e casca grossa com fissuras. A florística é representada por famílias de dispersão universal, embora suas espécies sejam endêmicas (VELOSO, FILHO; LIMA, 1991; IBGE, 1992).

B) Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária)

Esta Floresta, também conhecida como “mata de araucária ou pinheiral”, é um tipo de vegetação do planalto meridional, onde ocorria com maior

frequência. Apresenta a predominância de três gêneros primitivos (*Drymis*, *Araucaria* e *Podocarpus*), possui árvores variando de 25 a 30 metros de altura compondo o estrado superior e com muitas espécies típicas da Floresta Ombrófila Densa nos estratos inferiores. Possuem um grande número de epífitas (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982; TONHASCA, 2005). Apresenta quatro formações diferentes: **-Aluvial**: ocupa terrenos aluviais, serras costeiras ou planaltos com o predomínio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **-Sub-montana**: de 50 até mais ou menos 400 m de altitude, antigamente também com o predomínio de *Araucaria angustifolia*, mas atualmente apresentando um grande declínio nos exemplares desta espécie. **-Montana**: de 400 até mais ou menos 1000 m de altitude. **-Alto-montana**: situada a mais de 1000 m de altitude (VELOSO; GOES-FILHO, 1982, IBGE, 1992).

C) Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)

Possui árvores caducifólias (que perdem as folhas). A percentagem de árvores do conjunto florestal que perdem folhas está entre (20% a 50%). O clima é caracterizado por apresentar dupla estacionalidade: uma tropical, com abundância de chuvas seguida por estiagens, e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo frio, com temperaturas médias abaixo de 15°C (VELOSO; GÓES-FILHO, 1982; IBGE, 1992).

Possui quatro formações distintas: **Formação Aluvial** encontra-se sempre nos terraços mais antigos das calhas dos rios, **Formação Terras Baixas**, entre 5 e 100 m, **Formação Sub-montana**, entre 100 a 600 m e a **Formação Montana** entre 600 e 2000 m de altitude. (VELOSO; GOES-FILHO, 1982, IBGE, 1992).

1.1.4 Situação Atual da Mata Atlântica

Após 500 anos de intervenções humanas, esta floresta está completamente fragmentada, com os maiores remanescentes concentrados nas regiões Sudeste e Sul do país (ISA; RMA; SNE, 2001). Na atualidade, 67% da população brasileira residem nos domínios da Mata Atlântica, cerca de 120 milhões

de pessoas (IBGE, 2005). Levantamentos indicam 2.528 municípios totalmente inseridos na Mata Atlântica, 46% do total de municípios do Brasil. No total são mais de 3400 municípios inseridos dentro do bioma Mata Atlântica (MORELLATO; HADDAD, 2000; IBGE, 2005).

A Mata Atlântica sofre com a devastação principalmente pela retirada de madeira, para ser utilizada como lenha e carvão, e tem suas paisagens substituídas pela agricultura, pecuária, e para a construção das cidades (MORELLATO; HADDAD, 2000; GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). As florestas remanescentes ainda estão sob severas pressões antrópica. Esta ocupação, sem planejamento, causou uma redução da floresta. É o segundo bioma mais ameaçado de extinção do mundo, perdendo apenas para as quase extintas florestas da ilha de Madagascar, na costa da África (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Hoje restam cerca de 98000 km², aproximadamente 7,3% da sua extensão original (Figura 4), (MMA, 2000; SOS MATA ATLÂNTICA, 2008), deste restante grande parte encontra-se em paisagens fragmentadas (MORELLATO; HADDAD, 2000; SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).



Figura 4 – Composição da Mata Atlântica antes do desmatamento e a situação atual.

Fonte: <<http://territorioanimal.files.wordpress.com/2010/12/desmatamento-na-mata-atlantica-continua-critico>>.

1.1.5 A Mata Atlântica do Estado do Paraná

O estado do Paraná era composto de 97% de sua paisagem por diferentes ecossistemas da Mata Atlântica (Figura 5); hoje restam apenas cerca de 10% de sua vegetação inicial (Figura 6) (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). O estado é principalmente composto por três fisionomias vegetais diferentes, a Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Esta três florestas apresentam altas taxas de perda florestal, a FOD é representada por cerca de 25% de sua cobertura original no estado, a FOM por menos de 1% e a FES por cerca de 3,4% (MAACK, 1981; SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).

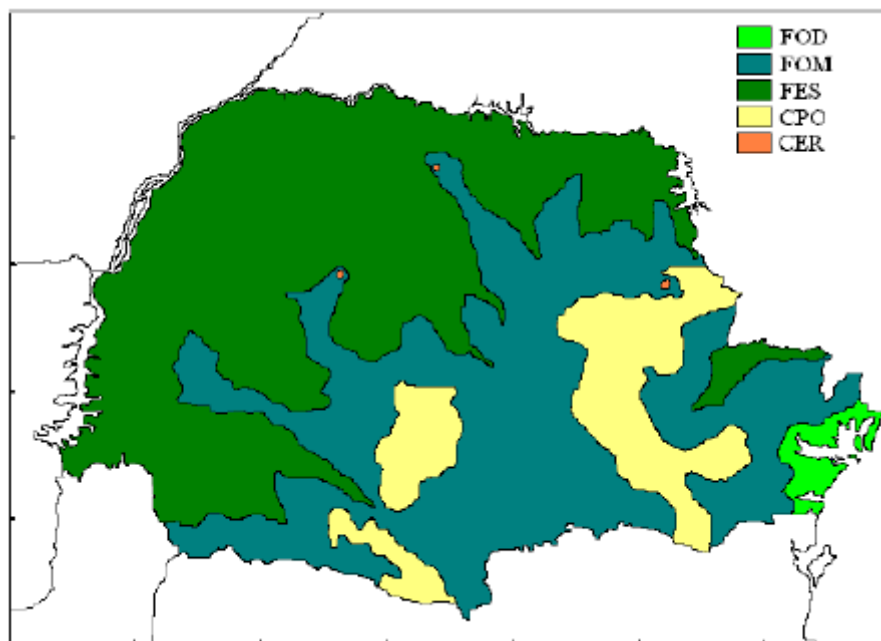


Figura 5 – Distribuição dos diferentes tipos formações de Mata Atlântica no estado do Paraná: FOD, Floresta Ombrófila Densa; FOM, Floresta Ombrófila Mista (= Floresta com Araucária); FES, Floresta Estacional e CPO, Estepes (= Campos). Na Figura são mostradas também pequenas manchas de Cerrado, CER

Fonte: Miretzki (2003).

Tabela 2 – Síntese do bioma Mata Atlântica no Estado do Paraná.

UF	Área UF	Área Bioma Mata Atlântica	% BMA no Estado	Remanescentes Florestais totais	% Remanescentes Florestais totais
PR	20.044.406	19.667.485	97%	2.068.985	10,52

Fonte: SOS Mata Atlântica; INPE (2010).

1.1.6 Importância da Mata Atlântica

A Mata Atlântica é considerada um dos *hotspots* de biodiversidade reconhecidos no mundo. Este ameaçado bioma abriga cerca de 20 mil espécies de plantas, sendo cerca de 8000 destas endêmicas a este bioma. Estima-se que no bioma existam 1,6 milhões de espécies de animais, incluindo os insetos. No caso dos mamíferos, estão catalogadas 261 espécies, das quais 73 são endêmicas. Existem 620 espécies de aves, das quais 181 são endêmicas. Os anfíbios somam 280 espécies, sendo 253 endêmicas, enquanto os répteis somam 200 espécies, das quais 60 são endêmicas e 340 espécies de peixes (SOS MATA ATLÂNTICA, 2008; RIBEIRO et al., 2009).

Hotspots correspondem a áreas com pelo menos 1.500 espécies endêmicas de plantas e que tenham perdido mais de 3/4, ou seja, mais de 70-75% de sua vegetação original (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004). O termo *Hotspot* foi criado em 1988 pelo Dr. Norman Myers, ocasião em que foram reconhecidas dez áreas críticas para conservação em todo o mundo, número que hoje atingiu 34 áreas (Figura 7).



Figura 7 – Mapa do *hotspots* no mundo
Fonte: National Geographic (2002).

Sete das nove maiores bacias hidrográficas brasileiras encontram-se localizadas na Mata Atlântica, e são responsáveis pela quantidade e qualidade da água potável para cerca de 3,4 mil municípios e para os mais diversos setores da economia nacional como a agricultura, a pesca, a indústria, o turismo e a geração de energia (SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).

1.2 AS ABELHAS

1.2.1 Classificação e Diversidade

As abelhas são um importante grupo da ordem Hymenoptera. Estão agrupadas dentro da superfamília Apoidea, subordem Apocrita. As abelhas, vespas e formigas, compõem a divisão Aculeata, ou seja, insetos nos quais as fêmeas apresentam um acúleo ou ferrão, o qual representa uma modificação do ovipositor nos grupos ancestrais (MICHENER, 2007).

Provavelmente, as abelhas são um grupo monofilético originado de um grupo ancestral de vespas do tipo esfecóideas, cujas fêmeas, em vez de capturarem outros artrópodes como alimento coletavam pólen e néctar diretamente das flores para alimentar suas crias (MELO, 1999). Desta forma, as abelhas apresentam uma íntima relação com várias famílias de Angiospermas, sendo

consideradas polinizadores importantes de várias comunidades vegetais em todo o mundo (NEFF; SIMPSON, 1993).

Existem mais de 16.000 espécies de abelhas descritas, porém acredita-se que esse número ultrapasse 20.000 espécies (MICHENER, 2007). Estão divididas em sete famílias: Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae, Apidae. Entretanto, a classificação em nível de família dentro das abelhas ainda é assunto de bastante divergência, pois alguns autores acreditam que faria mais sentido agrupá-las em uma única família (Apidae) e diferentes sub-famílias (MELO; GONÇALVES, 2005).

No Brasil são conhecidas 1576 espécies de abelhas nativas, mas estimativas apontam para cerca de 3000 espécies ou mais (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Entre as sete famílias de abelhas, apenas Stenotritidae não ocorre no Brasil (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

A maior abundância e a maior diversidade das abelhas ocorrem em regiões xéricas do globo, ao contrário de outros organismos, onde as maiores abundância e diversidade encontram-se nas regiões tropicais. A explicação mais aceita para isso é que muitas abelhas, como também vespas esfecóides, estocam seu alimento larval em células escavadas no solo e com apenas uma fina camada de revestimento. Em ambientes úmidos a perda de alimento larval e de imaturos por ataque de fungos é significativa e pode ser catastrófica. Assim, os grupos com maior sucesso em áreas úmidas são aqueles em que as abelhas constroem ninhos rasos no solo ou que não utilizam células escavadas no solo (MICHENER, 2007).

1.2.2 A Família Apidae e os Apidae Corbiculados

Apidae é a família mais diversa e comum de abelhas, contendo mais tribos do que qualquer outra família, estando presente em todos os continentes do globo. Alguns estudos sugerem que os Apidae junto com Megachilidae constituem as famílias mais recentes na história evolutiva das abelhas (MICHENER, 2007). Dentro das mais de 20 tribos de Apidae quatro formam o clado das abelhas corbiculadas, composto pelas tribos Apini, Meliponini, Bombini e Euglossini (MICHENER, 1974, 2000; REBÊLO, 2001).

As fêmeas destas tribos apresentam uma modificação na perna posterior, conhecida como corbícula, estrutura que é responsável pelo transporte de pólen e outros materiais (ex. resina vegetal), sendo este caráter uma sinapomorfia presente somente nestas quatro tribos de abelhas, fato que sustenta a hipótese de origem monofilética deste clado (MICHENER, 1974, 2000; REBÊLO, 2001).

Uma das notáveis diferenças entre estas tribos corbiculadas diz respeito à organização social, ou seja, enquanto Apini e Meliponini apresentam comportamento do tipo altamente eussocial, Bombini apresenta espécies com comportamentos solitários (fundação do ninho) e primitivamente eussocial e, Euglossini, com uma posição mais basal dentro do clado, exibindo diversos tipos de comportamentos, incluindo: solitário, comunal e primitivamente eussocial (MICHENER, 1974; RAMÍREZ; DRESSLER, OSPINA, 2002; AUGUSTO; GARÓFALO, 2004, 2009). Esta variação nos comportamentos de Euglossini torna espécies deste grupo elementos interessantes para estudos voltados para a evolução do comportamento social dentro do clado das abelhas corbiculadas (AUGUSTO; GARÓFALO, 2004, 2010; OTERO et al., 2008).

1.2.3 A Tribo Euglossini

Os Euglossini também são conhecidos como as “abelhas das orquídeas” pelo fato dos machos desta tribo apresentarem uma íntima relação as flores de um grande número de espécies de Orchidaceae, sendo polinizadores exclusivos de algumas espécies do grupo (ROUBIK; HANSON, 2004). Os machos visitam as flores de orquídeas para coletar compostos aromáticos, especialmente terpenos e sesquiterpenos que são secretados por regiões especializadas do labelo da flor (DRESSLER, 1982a; REBÊLO; GARÓFALO 1991). Além das orquídeas, os machos de Euglossini visitam várias outras fontes florais e não florais em busca de substâncias aromáticas (DRESSLER, 1982a; ROUBIK; HANSON, 2004). Ainda não se tem certeza sobre a função destes compostos, mas as hipóteses mais aceitas atribuem uma função sexual a tais substâncias após sua “metabolização” podendo atuar, por exemplo, no processo de acasalamento, como fator de reconhecimento específico e/ ou de seleção sexual (LUNAU, 1992; SINGER; KOEHLER, 2003).

A tribo Euglossini é representada por cerca de 200 espécies, as quais estão distribuídas em cinco gêneros, sendo três de vida livre, *Euglossa* Latreille, 1802, *Eulaema* Lepeletier, 1841 e *Eufriesea* Cockerell, 1908, e dois cleptoparasitas, *Aglæ* Lepeletier & Serville, 1825 e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 (MOURE, 1969; ZUCCHI; SAKAGAMI; CAMARGO, 1969; DRESSLER, 1982b; KIMSEY, 1987; MICHENER, 2007).

Encontrados na região Neotropical, os Euglossini são polinizadores importantes de muitas famílias de angiospermas (ZUCCHI; SAKAGAMI; CAMARGO, 1969; DRESSLER, 1982^a; ROUBIK; HANSON, 2004). Tanto os machos como as fêmeas são capazes de voar grandes distâncias a procura de recursos, sendo importantes na fecundação-cruzada de diversas espécies vegetais em florestas Neotropicais (DRESSLER, 1968; JANZEN, 1971).

Até o final da década de 1960, as informações sobre as abelhas das orquídeas eram baseadas em poucas fêmeas coletadas geralmente em sensores em flores e pouco se sabia sobre os machos das abelhas Euglossini. Quando, então, pesquisas utilizando cromatografia a gás conduziram à identificação de diversos compostos químicos presentes nas fragrâncias de orquídeas visitadas pelos machos (DODSON; HILLS, 1966; DODSON et al., 1969; WILLIAMS; WHITTEN, 1983), o conhecimento sobre a diversidade do grupo aumentou expressivamente. O conhecimento destes compostos (obtidos sinteticamente) permitiu o desenvolvimento de técnicas para a atração de machos Euglossini, utilizando iscas-odores. A utilização destas iscas-odores tem possibilitado a realização de vários levantamentos em diferentes áreas na região Neotropical, com a obtenção de dados importantes sobre a riqueza, abundância de espécies, distribuição geográfica e preferências por compostos (DRESSLER, 1982a). Alguns destes estudos foram desenvolvidos em diferentes países das Américas Central (JANZEN et al., 1982; ACKERMAN, 1983a; PERSON; DRESSLER, 1985; ver também RAMÍREZ; DRESSLER, OSPINA, 2002), no Brasil e alguns outros países da América do Sul.

1.2.4 Levantamentos da Fauna Euglossini no Brasil

Com a descoberta de que compostos aromáticos eram capazes de atrair machos de diferentes espécies de Euglossini (DODSON et al. 1969), esta tribo de abelhas vem sendo amplamente estudada no Brasil, além de vários outros países da região Neotropical. Como resultado vários inventários foram produzidos nas últimas cinco décadas na tentativa de caracterizar as faunas e comunidades locais destas abelhas (JANZEN et al., 1982; ACKERMAN, 1983a; PERSON; DRESSLER, 1985; REBÊLO; GARÓFALO, 1997; SOFIA, SANTOS; SILVA, 2004; STORCK-TONON; MORATO; OLIVEIRA, 2009; VIANA, KLEINERT, NEVES, 2002; CAMERON, 2004).

No Brasil, vários estudos foram realizados em diversas regiões, incluindo a região Amazônica, domínios da Mata Atlântica, Cerrado, entre outros. Estes estudos geralmente visam obter informações sobre a diversidade e distribuição das abelhas das orquídeas. A seguir são apresentados alguns dos dados obtidos, por diversos pesquisadores do Brasil, sobre a fauna e comunidades de Euglossini, com destaque para riqueza de espécie no bioma ou região estudados, número de indivíduos amostrados, espécie dominante e metodologia de coleta utilizada (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação de estudos sobre comunidades de abelhas Euglossini realizados em território brasileiro. São apresentados o estado e tipo de domínio e formação vegetal onde o estudo foi realizado, autores, riqueza, número de indivíduos coletados, espécie dominante e tipo de metodologia utilizada no estudo. MA = Mata Atlântica; OD = Floresta Ombrófila Densa; FES = Floresta Estacional Semidecidual; Obs = Observação sem coleta.

Estado	Domínio Formação Florestal	Autores	Riqueza	No. de indivíduos	Espécie Dominante	Metodologia
Amazonas	AM/ OD	Oliveira e Campos (1995)	32	1061	<i>Euglossa stilbonota</i> Dressler	Rede
Amazonas	AM/ OD	Oliveira e Campos (1995)	36	1361	<i>Euglossa stilbonota</i> Dressler	Rede
Amazonas	AM/ OD	Becker et al. (1991)	16	290	<i>Euglossa stilbonota</i> Dressler	Armadilha
Amazonas	AM/ OD	Morato et al. (1992)	27	1242	<i>Euglossa stilbonota</i> Dressler	Armadilha
Maranhão	Vegetação secundária	Brito e Rêgo (2001)	19	467	<i>Euglossa piliventris</i> Guérin	Rede
Maranhão	Cerrado	Rebêlo e Cabral (1997)	9	127	<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler	Rede
Pernambuco	MA/ FES	Milet-Pinheiro e Schindwein (2005)	16	954	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Armadilha
Bahia	Restinga/Dunas Litorâneas	Viana et al. (2002)	7	670	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Armadilha
Bahia	Mangue/Campos Litorâneos	Neves e Viana (1997)	12	1144	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Armadilha
Paraíba	Cerrado	Souza et al. (2005)	5	737	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Armadilha
Paraíba	MA/ FES	Bezerra e Martins (2001)	9	1082	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Armadilha
Paraíba	Dunas Litorâneas	Farias et al. (2008)	7	858	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Rede
Espírito Santo	MA/ FES	Bonilla-Gómez (1999)	31	16177	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Obs
Minas Gerais	Cerrado	Alvarenga et al. (2007)	7	184	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Rede
Minas Gerais	Cerrado	Alvarenga et al. (2007)	5	29	<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell	Rede
Minas Gerais	MA/ FES	Peruquetti et al. (1999)	10	893	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Armadilha
Minas Gerais	MA/ FES	Nemésio e Silveira (2007)	14	1325	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Rede
Minas Gerais	MA/ FES	Nemésio 2004	14	2382	<i>Euglossa analis</i> Westwood	Rede
Minas Gerais	MA/ FES	Nemésio e Silveira (2006)	18	1183	<i>Euglossa analis</i> Westwood	Rede
Rio de Janeiro	MA/ FES	Aguiar e Gaglianone (2008)	12	2954	<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Armadilha

Tabela 3 – Continuação

Estado	Domínio Formação Florestal	Autores	Riqueza	No. de indivíduos	Espécie Dominante	Metodologia
Rio de Janeiro	MA/ OD	Ramalho et al. (2009)	17	1923	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Armadilha
São Paulo	MA/ FES	Rebêlo e Garófalo (1991)	8	892	<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler	Rede
São Paulo	MA/ FES	Rebêlo e Garófalo (1997)	14	906	<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	Rede
Paraná	MA/ FES	Sofia et al. 2004	9	434	<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard)	Rede
Santa Catarina	MA/ OD	Essinger e Alves-dos-Santos (2005)	4	129	<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard)	Rede e Armadilha
Rio Grande do Sul	MA/ OD	Wittmann et al (1988)	5	639	<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard)	Rede

Os estudos listados na Tabela 3 contribuíram significativamente para um maior conhecimento da diversidade e estrutura de comunidades de Euglossini em diferentes ecossistemas brasileiros. Contudo, no que se refere à Mata Atlântica, segundo Nemésio (2009), ainda são poucas as áreas remanescentes deste bioma que têm sido extensivamente amostradas para o conhecimento da fauna de Euglossini. Este é particularmente o caso dos remanescentes de Mata Atlântica no sul do Brasil. Ou seja, até o momento são escassas as informações sobre as comunidades de abelhas das orquídeas presentes em ecossistemas deste bioma nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Visando contribuir para o preenchimento da lacuna existente sobre as comunidades de Euglossini no sul do país e especialmente em domínios de Mata Atlântica no estado do Paraná, este trabalho estudou as comunidades destas abelhas em três tipos de formação vegetal deste bioma no Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve como objetivo estudar as comunidades de abelhas Euglossini de três tipos de formação vegetal de Mata Atlântica no sul do Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Caracterizar as comunidades de abelhas Euglossini da Reserva Natural Salto Morato – RNSM -(Floresta Ombrófila Densa) e da Fazenda Monte Alegre (Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Mista), quanto à riqueza e diversidade de espécies, abundância de indivíduos, dominância e período de atividade das espécies presentes nestas áreas.
- 2- Investigar possíveis diferenças na atratividade das essências químicas empregadas na atração de machos de Euglossini nas áreas estudadas.
- 3- Verificar a possível correlação entre abundância e riqueza de espécies presentes nas áreas de estudo com temperatura e umidade relativa.

3 ARTIGO A

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE TRÊS FITOFISIONOMIAS DE
MATA ATLÂNTICA, NO ESTADO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

ARTIGO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO *Apidologie*

Douglas Caldeira Giangarelli; Silvia Helena Sofia

COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINI DE TRÊS FITOFISIONOMIAS DE MATA ATLÂNTICA, NO ESTADO PARANÁ, SUL DO BRASIL

Douglas Caldeira Giangarelli¹; Silvia Helena Sofia^{1*}

Resumo

No presente trabalho foram estudadas as comunidades de abelhas Euglossini de três tipos de formações florestais de Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa (FOM) com 2340 ha, Floresta Estacional Semidecidual (FES) com 217 ha e Floresta Ombrófila Mista (FOM), com (7900) – localizadas no estado do Paraná, sul do Brasil. Machos destas abelhas, atraídos a iscas-odores de diferentes fragrâncias, foram coletados com rede entomológica. No fragmento de FES foram amostrados 297 machos pertencentes a sete espécies; de modo distinto, no fragmento de FOM, foram amostradas apenas três espécies e apenas 92 indivíduos (n=92), 97% destes representantes da abelha *Eulaema nigrita*. Na área de FOD foram coletados 355 indivíduos pertencentes a 13 espécies. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener encontrados para estas áreas foram, respectivamente: $H' = 1,4$, 0,16 e 1,52. Os resultados deste estudo contribuem para um maior conhecimento da fauna de Euglossini em remanescentes de Mata Atlântica no estado do Paraná e no sul do Brasil.

Palavras-Chave: Euglossini. Floresta estacional semidecidual. Floresta ombrófila densa. Floresta ombrófila mista. Mata Atlântica.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas da tribo Euglossini (Hymenoptera, Apidae) são popularmente conhecidas como 'abelhas das orquídeas', denominação esta devida à íntima relação de seus machos com flores de orquídeas (Dressler, 1982; Roubik e Hanson, 2004). Embora Darwin já tivesse identificado e relatado tal associação entre machos destas abelhas e orquídeas (ver Dressler, 1968), este grupo de abelhas passou a ser mais bem conhecido apenas a partir de meados de 1960, quando Dodson e colaboradores (1969) fizeram uso de compostos químicos análogos aos presentes nas flores das orquídeas para atrair os machos de tais abelhas. Desde

¹ Departamento de Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina.

^{1*} Departamento de Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina. Endereço: Rodovia Celso Garcia Cid – PR 445 – Km 380 – Campus Universitário Cx. Postal: 6001 CEP: 86051-990 Telefone: (55) 43-3371-4437 E-mail: shsofia@uel.br * Autor para correspondência

então, uma série de estudos baseados no uso de iscas-odores para atração de machos de Euglossini tem permitido um conhecimento maior da composição de espécies, riqueza e diversidade das comunidades destas abelhas em diferentes ecossistemas na América Tropical (Janzen et al., 1982; Ackerman, 1983a; Neves e Viana, 1997; Sofia et al., 2004; Lopes et al., 2007; Ramalho et al., 2009; Silva et al., 2009; Storck-Tonon et al., 2009). Mesmo após décadas de levantamentos faunísticos, estudos realizados em diferentes regiões dos neotrópicos têm frequentemente revelado novas espécies destas abelhas (Ramírez, 2005; Anjos-Silva e Rebêlo, 2006; Parra-H et al., 2006; Nemésio, 2006, 2007a, 2009), sugerindo que mais estudos ainda são necessários para um conhecimento mais acurado da diversidade do grupo e distribuição das diferentes espécies.

A tribo Euglossini está representada atualmente por cerca de 200 espécies distribuídas em cinco gêneros – *Euglossa* Latreille, 1802, *Eulaema* Lepeletier, 1841, *Eufriesea* Cockerell 1908, *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 e *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825 – (Cameron, 2004; Roubik e Hanson, 2004; Michener, 2007). As abelhas das orquídeas estão naturalmente distribuídas na região Neotropical, entre os paralelos 29° N e 32° S (Búrquez, 1997), embora algumas espécies (ex. *Eulaema polychroma*) sejam hoje encontradas nos Estados Unidos, fora de seus limites naturais de abrangência (Minckley e Reyes, 1996; Hinojosa-Díaz et al., 2009). A maior diversidade do grupo ocorre em baixas latitudes, especialmente na região Amazônica, local onde possivelmente a tribo teria se originado há cerca de 20 milhões de anos (Rebêlo, 2001; Roubik e Hanson, 2004; Ramírez et al., 2010).

Embora a maior diversidade de Euglossini seja atribuída a Bacia Amazônica (Nemésio e Silveira, 2007), mais de 50 espécies da tribo encontram-se distribuídas pela Mata Atlântica, sendo cerca de metade destas endêmicas a este ameaçado bioma da América do Sul (Nemésio e Silveira 2007; Nemésio 2009).

Com 92% de sua área localizada em território brasileiro, a Mata Atlântica ocupava originalmente cerca de 1,5 milhões de km² e estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul (Tabarelli et al., 2005). A ampla abrangência latitudinal da Mata Atlântica, estendendo-se por cerca de 29° S em regiões tropicais e subtropicais do continente sul americano, em associação com a também ampla faixa

de extensão longitudinal, fornece à Mata Atlântica condições ambientais altamente heterogêneas, responsáveis em parte por elevados graus de endemismo e biodiversidade deste bioma (Câmara, 2003; Ribeiro et al., 2009).

Atualmente, a Mata Atlântica apresenta-se reduzida a aproximadamente 15% de cobertura original, embora várias estimativas apontem para valores abaixo de 10% (SOS Mata Atlântica/INPE, 2010). Um aspecto agravante em termos de conservação deste bioma e sua biodiversidade relaciona-se ao fato de que a maior parte da floresta remanescente apresenta-se como fragmentos menores que 50 ha (Ribeiro et al., 2009), que se encontram isolados entre si e apresentam-se em diferentes estágios sucessionais (Metzger et al., 2009). Outra situação preocupante é que quase metade dos fragmentos remanescentes está a apenas 100 m de sua borda (Ribeiro et al., 2009). Ainda, segundo estes autores, as reservas naturais existentes preservam apenas 9% dos remanescentes florestais de Mata Atlântica e 1% da floresta original.

Mesmo diante deste quadro tão alarmante, muitas espécies presentes na Mata Atlântica permanecem ainda desconhecidas e áreas remanescentes de florestas continuam a espera de maiores estudos para o conhecimento de sua biodiversidade. Particularmente, no que se refere aos estudos de comunidades de abelhas Euglossini, embora a tribo apresente-se amplamente distribuída pela Mata Atlântica, a maioria dos estudos envolvendo o grupo foi realizada em remanescentes florestais das regiões nordeste e sudeste do país (Rebêlo e Garófalo, 1991; Neves e Viana, 1997; Souza et al., 2005; Nemésio e Silveira, 2006; Aguiar e Gaglianone, 2008; Farias et al., 2008; Nemésio, 2008; Moura e Schlindwein, 2009; Ramalho et al., 2009), enquanto estudos sobre tais abelhas na região sul do Brasil continuam incipientes.

Embora uma menor diversidade de Euglossini seja esperada para os domínios de Mata Atlântica em paralelos maiores, os poucos estudos realizados na região sul têm permitido uma maior compreensão da abrangência de distribuição de algumas espécies e padrões de abundância destas (Wittmann et al., 1988; Sofia et al., 2004). Apesar disto, importantes remanescentes da Mata Atlântica nesta região permanecem à espera de maiores estudos para o conhecimento e caracterização da suas comunidades de Euglossini. De fato, no estado do Paraná, que no passado era constituído por 97% de sua paisagem por ecossistemas de Mata Atlântica e apresenta hoje aproximadamente 10% apenas deste bioma, existem importantes

áreas remanescentes, consideradas prioritárias para estudo e conservação (MMA, 2000), que apresentam sua fauna de abelhas ainda desconhecida. Dois importantes remanescentes florestais foram estudados no presente trabalho, que teve como objetivo fornecer informações sobre as comunidades de abelhas Euglossini em três diferentes ecossistemas de Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, localizados no estado do Paraná, visando assim, uma melhor caracterização das comunidades destas abelhas presentes nestes tipos de formações de Mata Atlântica em latitudes maiores. Além disto, as informações obtidas neste estudo deverão contribuir para um maior conhecimento sobre a distribuição geográfica de algumas espécies endêmicas a este bioma, fator este relevante para o manejo e conservação mais efetivos destas espécies.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em duas reservas de Mata Atlântica no estado do Paraná (Figura 8):

2.1.1 “Fazenda Monte Alegre (FMA)”, é uma das propriedades da Klabin S.A., localizada no estado do Paraná, município de Telêmaco Borba, região centro-leste do estado, sob as coordenadas $24^{\circ} 12'42''\text{S}$ e $50^{\circ} 33'26''\text{W}$ (Reis et al., 2005). Possui uma área total de 247000 ha de vegetação, dos quais 37% são bastante preservados, representando a maior mancha verde do Sul do Brasil (Klabin, 2007). A área é composta por três fisionomias diferentes: Floresta Estacional Semi-decidual (FES), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Campos Naturais, constituindo um ecótono dentro dos limites da Fazenda, e propiciando uma das maiores biodiversidades do Estado do Paraná (Rocha et al., 2003). Outros importantes fatores que podem ajudar a manter a biodiversidade na área da Fazenda são os corredores ecológicos que, mantêm toda a área de floresta nativa interligada e o sistema de plantação de pinus e eucalipto que formam um mosaico com a floresta nativa (Rocha et al., 2003).

De acordo com a classificação de Köppen o clima na região onde está inserida a FMA é, subtropical transicional para temperado, úmido, mesotérmico, sem estação seca definida, denominado de Cfa-Cfb. A altitude média é de 885 m, a temperatura média anual é de 19,5 °C e a pluviosidade média anual é de 1478 mm (Reis et al., 2005).

Na área da FMA, para realização do presente trabalho foram selecionadas duas áreas: um fragmento de 217 ha constituído por Floresta Estacional Semidecidual; e outro contendo Floresta Ombrófila Mista, possuindo aproximadamente 7900 ha. Estas duas áreas estão separadas entre si por uma distância de 24 km.

2.1.2 "Reserva Natural Salto Morato (RNSM)", localizada no município de Guaraqueçaba, no litoral norte do Paraná, sob as seguintes coordenadas geográficas 25°09' a 25°11' S e 48°16' a 48°20' W. Com uma área de 2340 ha, composta principalmente pela Floresta Ombrófila Densa, a RNSM se estende da planície litorânea (25 m) até a serra do mar (918 m), apresentando variadas fitofisionomias de Mata Atlântica decorrente de sua variação de altitude (Manual de Pesquisa RNSM, 2006). De propriedade da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), a RNSM é reconhecida pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade (Manual de Pesquisa RNSM, 2006).

O clima da região, seguindo a escala de Köppen, é do tipo Af, ou seja, clima tropical super-úmido, sem estação seca e isento de geadas, com temperaturas superiores a 22 °C e 18 °C nos meses mais quentes e frios, respectivamente. A média da precipitação pluviométrica oscila obedecendo à graduação altitudinal, entre 2000 e 3000 mm anuais (IAPAR, 1978).



Figura 8 – Localização geográfica da Reserva Natural Salto Morato (RNSM) em Guaraqueçaba e da Fazenda Mote Alegre (FMA) em Telêmaco Borba no estado do Paraná, Brasil (Modificado de Scheer et al., 2009).

2.2 METODOLOGIA

Nas duas reservas florestais (FMA e RNSM) foi empregado o método de amostragem com iscas-odores de espera, para atração de machos de Euglossini, e coleta com rede entomológica, conforme metodologias descritas em Rebêlo e Garófalo (1991) e Sofia e Suzuki (2004), com modificações.

As iscas-odores (chumaço de algodão envolto por gaze) ficavam dispostas a aproximadamente 1,5 metro de altura do solo, à sombra, presas na vegetação local e distantes entre si em cerca de três metros. A cada isca foram adicionadas de 15 a 20 gotas de essência química. Foram utilizadas oito essências

diferentes: eucaliptol, eugenol, vanilina, beta-ionona, acetato de benzila, benzoato de benzila, salicilato de metila e cinamato de metila. As essências químicas eram repostas em intervalos de 30 minutos para compensar as perdas por evaporação.

Em cada área de estudo, as amostragens foram realizadas por dois coletores, que coletavam simultaneamente em dois pontos de coleta. A escolha de dois pontos de amostragem foi feita visando, deste modo, aumentar o esforço de coleta e também para comparar possíveis diferenças na fauna de Euglossini dentro das áreas estudadas.

2.2.1 Fazenda Monte Alegre

As amostragens na FMA foram realizadas mensalmente durante o período de maiores médias térmicas, de março de 2008 até fevereiro de 2010. Nos meses de maio, junho e julho de 2008 e junho, julho e agosto de 2009, reconhecidamente meses de baixas médias térmicas para a região estudada, não foram realizadas amostragens na área da FMA.

Cada coleta teve duração de duas horas. No total foram realizadas 19 amostragens na área composta por Floresta Estacional Semidecidual e 15 amostragens na área com Floresta Ombrófila Mista. O menor número de amostragens na área da Floresta Ombrófila Mista foi devido às chuvas que impediram as quatro coletas nesta área.

Tanto na área da Floresta Ombrófila Mista quanto na da Floresta Estacional Semidecidual foram selecionados dois pontos de coleta, estes estavam distantes cerca de 500 m entre si. Os dois pontos de amostragem na área da FES foram denominados de $PA_{(FES)}$ e $PB_{(FES)}$ e o da FOM de $PA_{(FOM)}$ e $PB_{(FOM)}$. As amostragens nas duas áreas estudadas na FMA, ou seja, FES e FOM, foram realizadas sempre em dois dias consecutivos.

2.2.2 Reserva Natural Salto Morato

Na RNSM as amostragens foram realizadas mensalmente de abril de 2009 a maio de 2010. Contudo, no mês de junho devido às condições meteorológicas adversas não foi possível realizar a coleta.

Dentro dos domínios da RNSM foram selecionadas duas áreas de amostragem, constituídas por cobertura vegetal de Floresta Ombrófila Densa, distantes entre si em 2,3 km e doravante denominadas de Área A e Área B.

As coletas na RNSM tiveram duração de três horas, diferentemente da FMA onde estas tiveram duração de duas horas. Assim como na FMA, as amostragens nestas duas áreas foram realizadas em dois dias consecutivos, no período entre 9h00 e 13h00. Como destacado, foram estabelecidos dois pontos (PA1 e PA2 – Área A; PB1 e PB2 – Área B) de coleta em cada área (A e B), que eram amostrados simultaneamente por dois coletores. Na área 1, os pontos PA1 e PA2 distavam 200 m entre si e na área 2 os pontos PB1 e PB2 encontravam-se a uma distância de 250 m.

Os espécimes coletados na FMA e RNSM foram montados em alfinetes entomológicos, etiquetados com todas as informações pertinentes e identificados. Os indivíduos coletados estão depositados na coleção zoológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL). Medidas de temperatura e umidade relativa foram feitas, com auxílio de um termo-higrômetro, em cada ponto de coleta durante todas as amostragens.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para verificar a suficiência amostral em relação às coletas realizadas nas diferentes áreas de estudo na FMA e na RNSM foram geradas curvas de acumulação de espécies, utilizando o programa computacional EstimateS (Colwell, 2006). Nesta análise foram também utilizados os estimadores não paramétricos Chao 2, Jack1 e Bootstrap. Estas estimativas de riquezas geradas serviram como parâmetro para comparação dos valores amostrados com os valores sugeridos em cada área.

Para as análises de similaridade entre as duas áreas de estudo da RNSM, quanto à composição da fauna de Euglossini presente nestas, foram empregados os índices de: a) Morisita-Horn, calculado através do programa SPADE, que considera tanto a composição de espécies quanto a abundância e; b) Sorensen, $Q.S. = 2J / a+b$, onde a e b são os números de espécies que ocorrem nos habitats A e B, e J é o número de espécies comuns a ambos os habitats; c) percentagem de similaridade de Renkonen, o qual é pouco influenciado pelo tamanho da amostra

(ver Nemésio e Silveira, 2007). Este índice é calculado pela fórmula: $S_r = \sum \min(p_{1i}, p_{2i})$, sendo p_i a frequência da espécie i na amostra total de uma área. Neste caso, soma-se o menor percentual de contribuição das espécies em comum, ou seja, se a espécie A representa 40% do total das abelhas coletadas na Área 1 e 6% das da Área 2, soma-se 6% aos valores correspondentes das outras espécies. O valor total da somatória constitui o índice de similaridade (Zanella, 2003).

O índice de Shannon-Wiener, calculado por meio da fórmula $H' = -\sum p_i \ln p_i$ (onde: p_i = proporção de indivíduos representados na amostra pela espécie i , \ln = logaritmo neperiano) foi empregado no cálculo da diversidade de espécie. Para o cálculo da equidade foi empregada a fórmula: $J' = H'/H_{\max}$, sendo H' o índice de Shannon-Wiener e, H_{\max} o logaritmo neperiano (\ln) do número total de espécies na amostra (Zar, 1996). O índice de equitabilidade foi calculado pela fórmula: $J' = H' / H(\max)$, onde $H(\max) = \ln(S)$ = diversidade máxima e S = número de espécies amostradas.

Para o cálculo de dominância das espécies foi utilizado o índice de Berger-Parker obtido por meio da fórmula: $d = N_{\max}/N$, onde: N_{\max} é o número de indivíduos da espécie mais abundante e N o número total de indivíduos amostrados na área. O teste Mann-Whitney foi aplicado através do programa Graphpad InStat v. 3.06, para verificar se havia diferenças significativas entre a abundância e riqueza entre todas as áreas, esta análise foi realizada a um nível de significância de 95%.

Foi calculada a frequência de ocorrência (FO) e dominância (D) para as espécies machos de Euglossini, segundo Palma (1975) onde: FO = número de amostras com a espécie i / número de amostras total x 100. FO $\geq 50\%$ indica que a espécie i muito frequente (mf), se FO $< 50\%$ e $\geq 25\%$, a espécie i indicada como frequente (f), se FO $< 25\%$, a espécie é indicada como pouco frequente (pf). Já a dominância foi calculada como: D = abundância da espécie i / abundância total x 100. Quando D $\geq 5\%$ a espécie foi considerada dominante (d), se D $< 5\%$ e $\geq 2,5\%$: espécie acessória (a) e quando D $< 2,5\%$ = espécie ocasional (oc). Estes índices quando analisados em conjunto são usados para agrupar as espécies em três categorias (Ct): espécies comuns (C), intermediárias (I) e raras (R).

O índice de correlação de Spearman foi empregado nas análises de associação entre abundância de indivíduos amostrados ou riqueza de espécies e fatores abióticos (temperatura e umidade relativa). Esta análise foi realizada com

auxílio do programa PAST version 1.91 e foram considerados significativos valores de $p < 0,05$ (Hammer et al., 2001).

3 RESULTADOS

3.1 FAZENDA MONTE ALEGRE – FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL (FES)

Nos dois pontos de amostragem ($PA_{(FES)}$ e $PB_{(FES)}$) na FES foram coletados 297 machos de Euglossini, pertencentes a sete espécies e três gêneros. *Eulaema* foi o gênero mais abundante (124 indivíduos e uma espécie), seguido de *Eufriesea* (94 indivíduos e uma espécie) e *Euglossa* sendo o gênero menos abundante, porém mais diversificado (79 indivíduos e cinco espécies). *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante, com 124 indivíduos amostrados (41,8%), seguida de *Eufriesea violacea* com 94 indivíduos coletados (31,6%). O restante das espécies (cinco espécies) representou 26,6% da amostra. Destas, *Euglossa annectans* (47 ind.; 15,8%) e *Euglossa pleosticta* (14 ind.; 4,7%) foram as mais frequentes. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') encontrado para esta área foi de 1,4, enquanto o índice de dominância de Berger-Parker foi de $d = 0,4$; *Eulaema nigrita* foi a espécie dominante. A dominância moderada contribui para uma uniformidade moderada, que foi de $J' = 0,72$.

Do total de indivíduos amostrados, 124 foram coletados no $PA_{(FES)}$ e 173 no $PB_{(FES)}$. A espécie *Euglossa cordata* foi amostrada exclusivamente no ponto B, sendo este o único indivíduo desta espécie amostrado na FES da FMA. Nos dois pontos de amostragem *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante, seguida de *Eufriesea violacea* (Tabela 4). O teste Mann-Whitney não mostrou diferenças significativas na abundância e riqueza dos machos atraídos às iscas nas duas áreas ($p = 0,62$; $0,39$). Os índices de similaridade entre $PA_{(FES)}$ e $PB_{(FES)}$ foram de: a) Morisita-Horn = 0,99; b) Renkonen = 94,9; c) Sorensen = 0,91.

Tabela 4 – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das sete espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nos dois pontos (PA_{FES} e PB_{FES}) de amostragem na Floresta Estacional Semidecidual. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.

Espécies	PA	%	PB	%	Total (%)	D	FO	CT
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	52	41,9	72	41,6	124 (41,8)	d	mf	C
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	37	30	57	32,9	94 (31,6)	d	f	I
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	21	16	26	15	47 (15,8)	d	mf	C
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	8	6,4	6	3,5	14 (4,7)	a	f	I
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	4	3,2	6	3,5	10 (3,4)	a	f	I
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	2	1,6	5	2,9	7 (2,4)	o	f	I
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	1	0,6	1 (0,3)	o	pf	R
Total	124	100	173	100	100			

Eulaema nigrita e *Euglossa annectans* foram espécies muito frequentes e dominantes (*E. nigrita*: FO: 0,68; D: 0,42 e *E. annectans*: FO: 0,79; D: 0,31, no geral), sendo classificadas como espécies comuns. *Eufriesea violacea* foi frequente e dominante (FO: 0,31; D: 0,31), classificada como espécie intermediária. *Euglossa pleosticta* e *Euglossa truncata* foram frequentes e acessórias, sendo classificadas como espécies intermediárias. Já *Euglossa fimbriata*, foi frequente e ocasional, assim classificada como espécie intermediária e *Euglossa cordata* foi ocasional, pouco frequente e classificada como espécie rara (Tabela 4).

Para a área estudada de FES, a suficiência do esforço amostral foi verificada por meio da curva de acumulação de espécies, que mostrou uma tendência à estabilização após a sexta coleta (Figura 9). Os valores dos estimadores se mostraram próximos do resultado obtido de sete espécies amostradas: Chao 2: 7,5; Jackknife 1: 7,94; Bootstrap: 7,36, indicando que provavelmente quase todas as espécies de Euglossini da Floresta Estacional Semidecidual da FMA foram

amostradas e sugerindo que o esforço amostral foi suficiente para amostrar as espécies presentes na área.

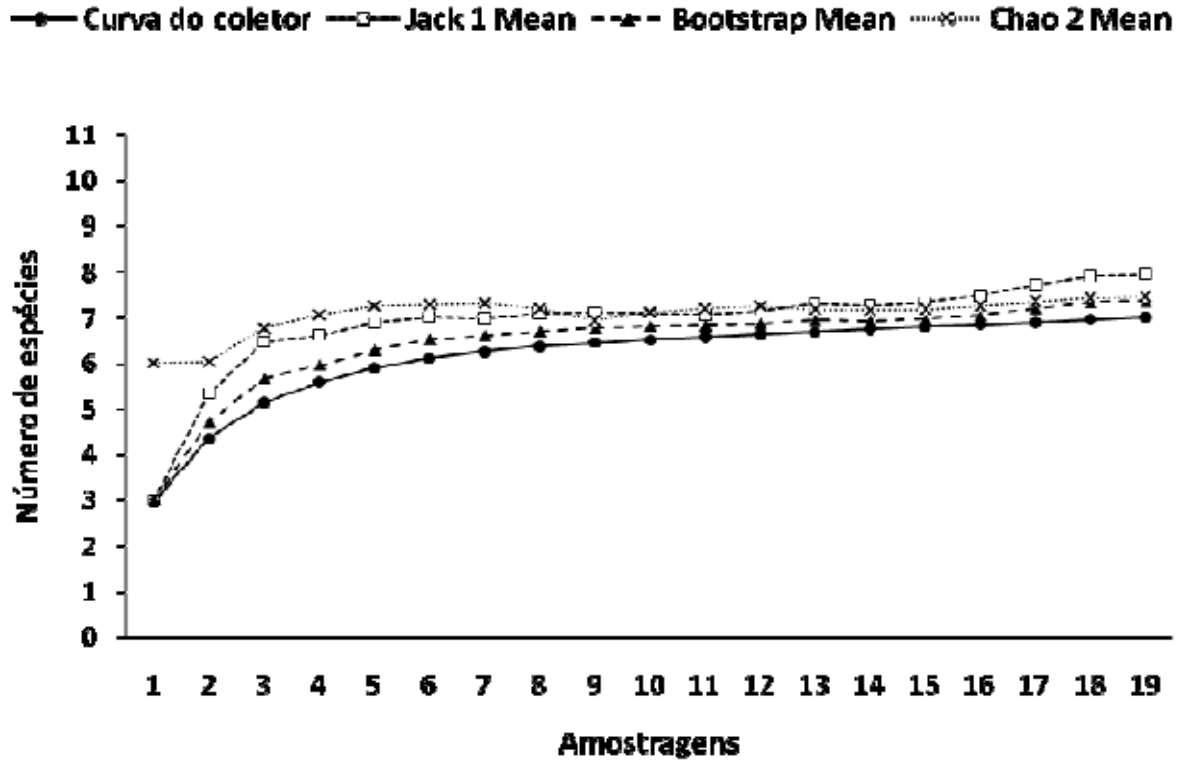


Figura 9 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.

Em relação ao período de atividade das abelhas Euglossini para os meses estudados, dezembro a março foram os meses de maior abundância de machos atraídos as iscas (Figura 10). *Eufriesea violacea* foi a única espécie que mostrou um período de atividade restrito a poucos meses do ano, ocorrendo somente nos meses de novembro a fevereiro, com pico de abundância em dezembro. As demais espécies não apresentaram padrões peculiares de atividade ou não foram consideradas nesta análise por estarem representadas por poucos indivíduos na amostra.

Os resultados não revelaram correlação positiva entre temperatura nos dias de coleta com o número espécies ($r_s = -0,18$; $p = 0,65$) e o número de indivíduos atraídos às iscas odores ($r_s = 0,12$; $p = 0,75$) (Figura 10). Esse resultado se repete quando foi comparada a umidade relativa do ar com a riqueza ($r_s = 0,19$; $p = 0,62$) e abundância ($r_s = 0,21$; $p = 0,58$).

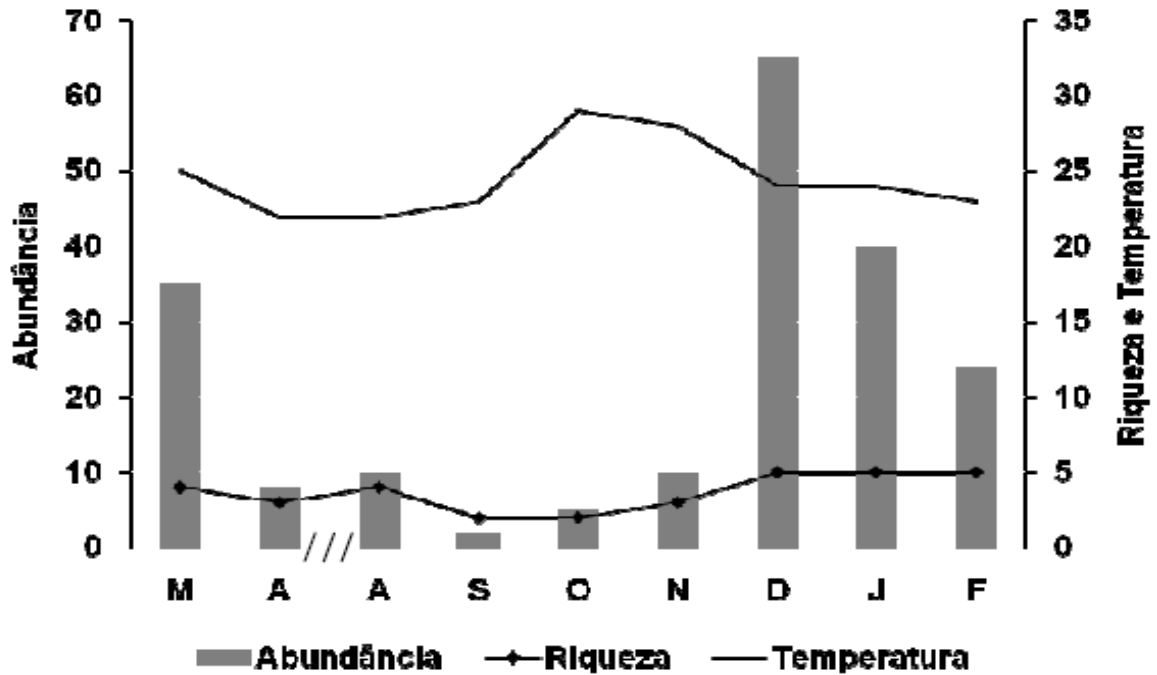


Figura 10 – Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas no remanescente de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre, entre os meses de março de 2008 a fevereiro de 2009. Não foram realizadas amostragens nos meses de maio, junho e julho de 2008.

Das oito essências utilizadas no presente trabalho cinco foram atrativas aos machos Euglossini na FES da FMA, enquanto o salicilato de metila, cinamato de metila e benzoato de benzila não atraíram nenhum macho na FES da FMA (Figura 11). O eucaliptol foi a essência mais atrativa tanto em relação à abundância quanto a riqueza na FES da FMA. Esta essência atraiu 80% de todos os machos coletados (Figura 11) e 100% das espécies amostradas na FES da FMA (Figura 12). A vanilina atraiu 11% de todos os machos amostrados (Figura 11) e 70% das espécies (Figura 12), sendo a segunda essência mais atrativa.

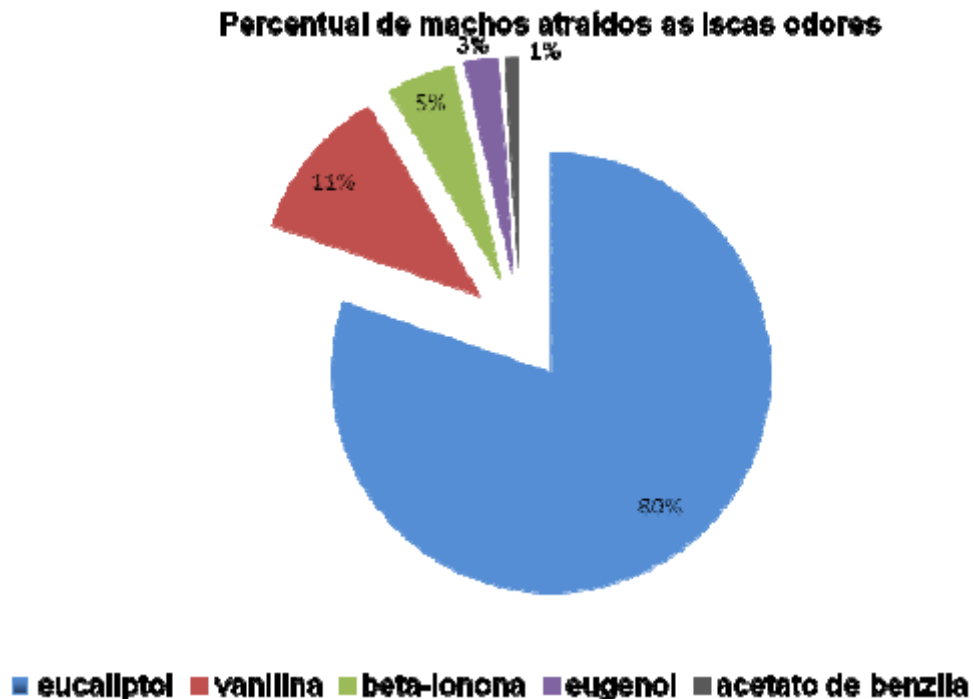


Figura 11 – Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.

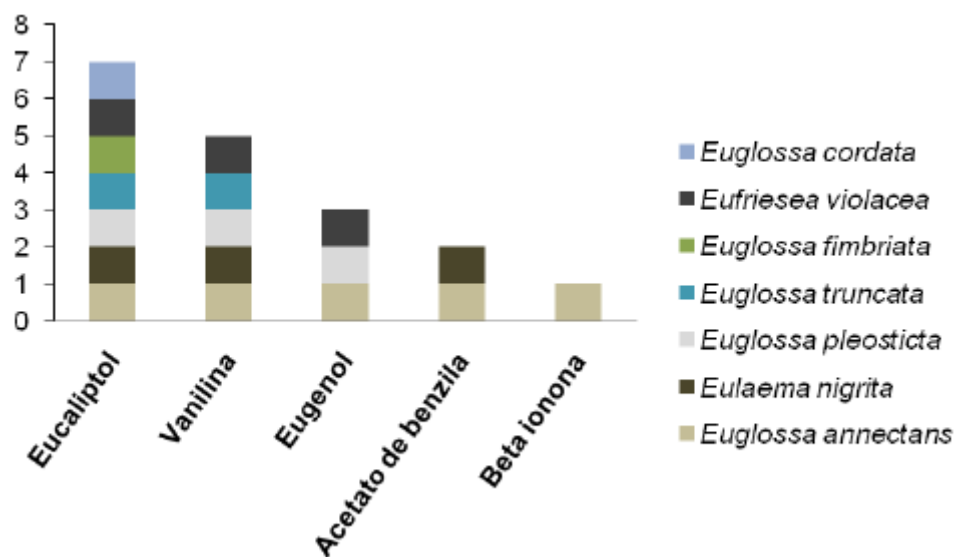


Figura 12 – Número de espécies de Euglossini atraídas a cada essência na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre.

3.2 FAZENDA MONTE ALEGRE – FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (FOM)

Na área composta por Floresta Ombrófila Mista foram amostrados 92 indivíduos, pertencentes a três espécies e três gêneros. *Eulaema nigrita* foi a

espécie mais abundante, com 89 indivíduos amostrados (96,7%), seguida de *Eufriesea violacea* com dois indivíduos coletados (2,2%) e *Euglossa* sp. com um indivíduo atraído à isca, que escapou no momento da coleta (1,1%). O índice de diversidade de Shannon-Wiener encontrado para esta área foi: $H' = 0,16$, enquanto o índice de dominância de Berger-Parker foi de $d = 0,97$, *Eulaema nigrita* foi a espécie dominante. Neste caso a alta dominância contribuiu para uma baixa uniformidade, onde o índice de equitabilidade foi de: $J' = 0,15$.

Do total de indivíduos amostrados, 41 foram coletados no ponto $PA_{(FOM)}$ e 51 no ponto $PB_{(FOM)}$. *Eufriesea violacea* foi amostrada exclusivamente no ponto $PA_{(FOM)}$ enquanto *Euglossa* sp. foi amostrada no ponto $PB_{(FOM)}$, distantes cerca de 500 m. Nos dois pontos de amostragem *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante (Tabela 5). O teste Mann-Whitney não mostrou diferenças significativas na abundância e riqueza dos machos atraídos às iscas nas duas áreas ($p = 0,82$; $0,81$). Os índices de similaridade entre $PA_{(FOM)}$ e $PB_{(FOM)}$ foram de: a) Morisita-Horn = 0,99; b) Renkonen = 95,1; c) Sorensen = 0,5.

Tabela 5 – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das três espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nos dois pontos (PA_{FOM} e PB_{FOM}) de amostragem na Floresta Ombrófila Mista. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.

Espécies	PC	%	PD	%	Total (%)	D	FO	CT
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	39	95,1	50	98	89 (96,7)	d	mf	C
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	2	4,9	0	0	2 (2,2)	o	pf	R
<i>Euglossa</i> sp.	0	0	1	2	1 (1,1)	o	pf	R
Total	41	100	51	100	100			

Eulaema nigrita foi muito frequente e dominante (*E. nigrita*: FO: 86,6; D: 0,97), sendo classificada como espécie comum. *Eufriesea violacea* e *Euglossa* sp. foram espécies ocasionais e pouco frequentes, classificadas como espécies raras (Tabela 5).

Uma curva de acumulação foi gerada para verificar a suficiência do esforço amostral (Figura 13). Nota-se que a curva não tende a uma estabilização. Entretanto, os valores dos estimadores se mostraram bem próximos do resultado obtido de três espécies amostradas: Chao 2: 3,12; Jackknife 1: 3,93; Bootstrap: 3,47. A curva indica que provavelmente não foram amostradas todas as espécies de Euglossini da Floresta Ombrófila Mista da FMA, sugerindo que um maior esforço amostral seria necessário.

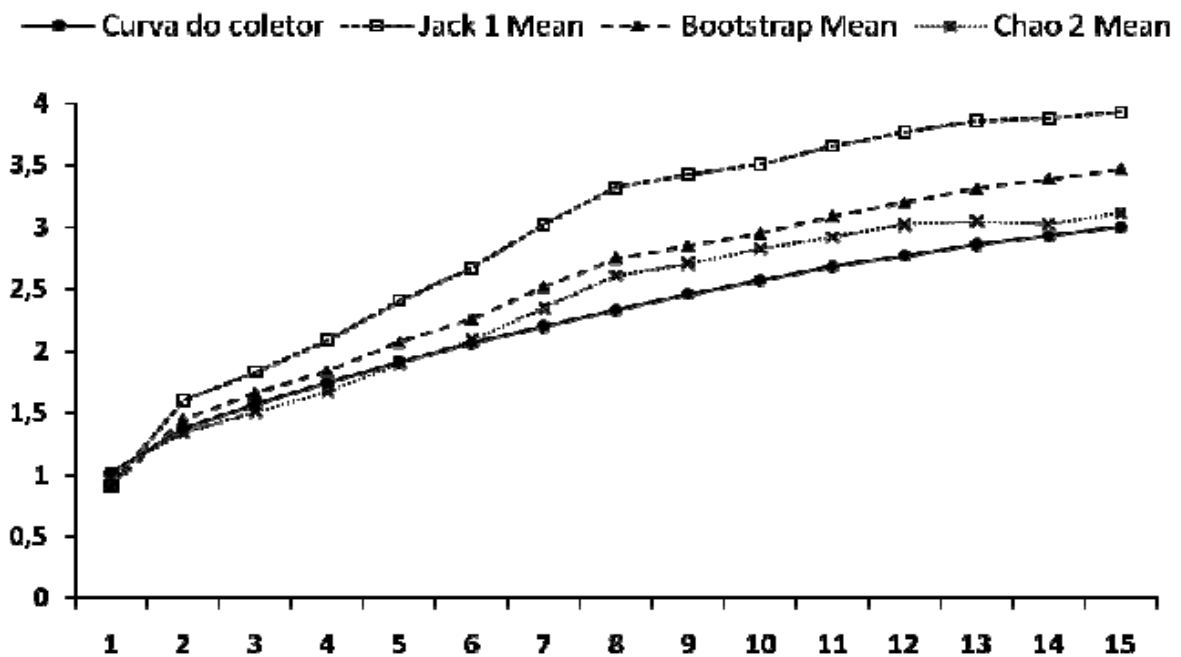


Figura 13 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.

Eulaema nigrita apresentou atividade para a maioria dos meses amostrados, porém com um pico de abundância no mês de março. *Eufriesea violacea* apesar do baixo número de indivíduos amostrados, apresentou o mesmo padrão restrito de atividade observado para a área de Floresta Estacional Semidecidual da FMA, ou seja, mostrou-se ativa apenas em poucos meses do ano (novembro e dezembro).

Os resultados não revelaram correlações positivas entre temperatura e a umidade nos dias de coleta com o número de indivíduos atraídos às iscas odores ($r_s = 0,42$; $p = 0,30$; $r_s = 0,71$; $p = -0,14$, respectivamente) (Figura 14).

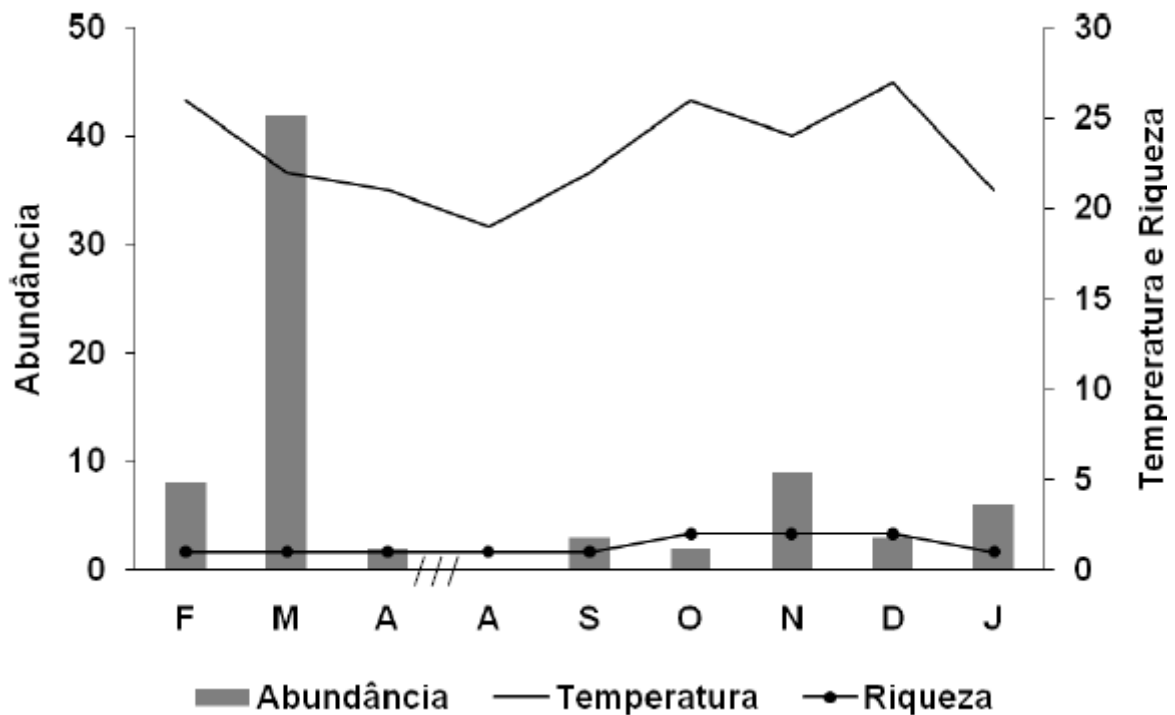


Figura 14 – Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas no remanescente de Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre, no período de março 2008 a fevereiro de 2009. Não foram realizadas amostragens nos meses de maio, junho e julho de 2008.

Assim como na FES da FMA o eucaliptol foi a essência mais atrativa na FOM da FMA, atraindo cerca de 90% dos indivíduos amostrados na área da FOM e todas as três espécies atraídas às iscas no local (Figuras 15 e 16); a vanilina foi a segunda mais atrativa, seguida pelas essências de salicilato de metila e beta ionona (Figuras 15 e 16). As outras essências utilizadas no presente trabalho não atraíram nenhum macho na FOM.

Percentual de machos atraídos as iscas odores

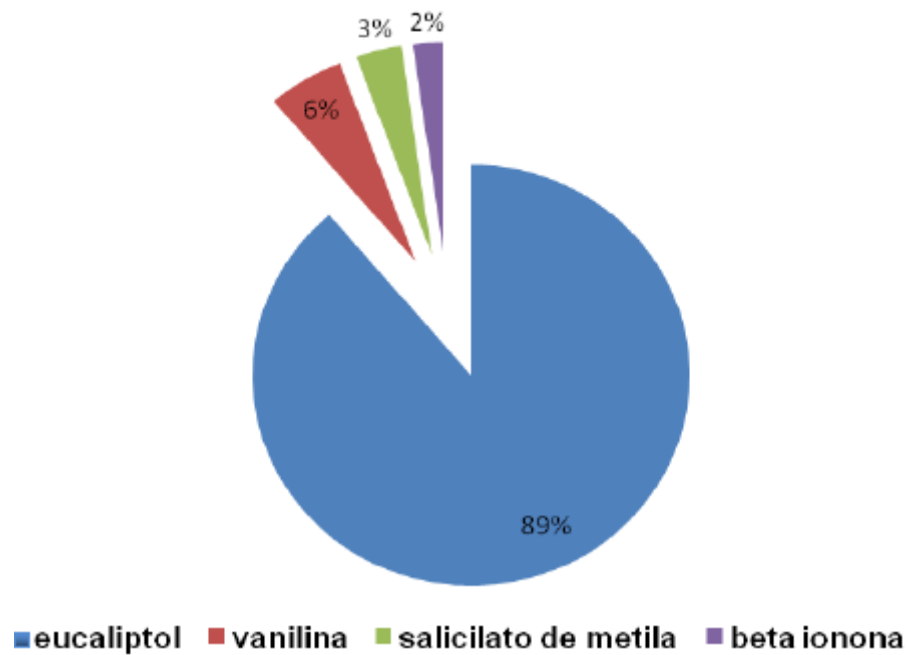


Figura 15 – Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.

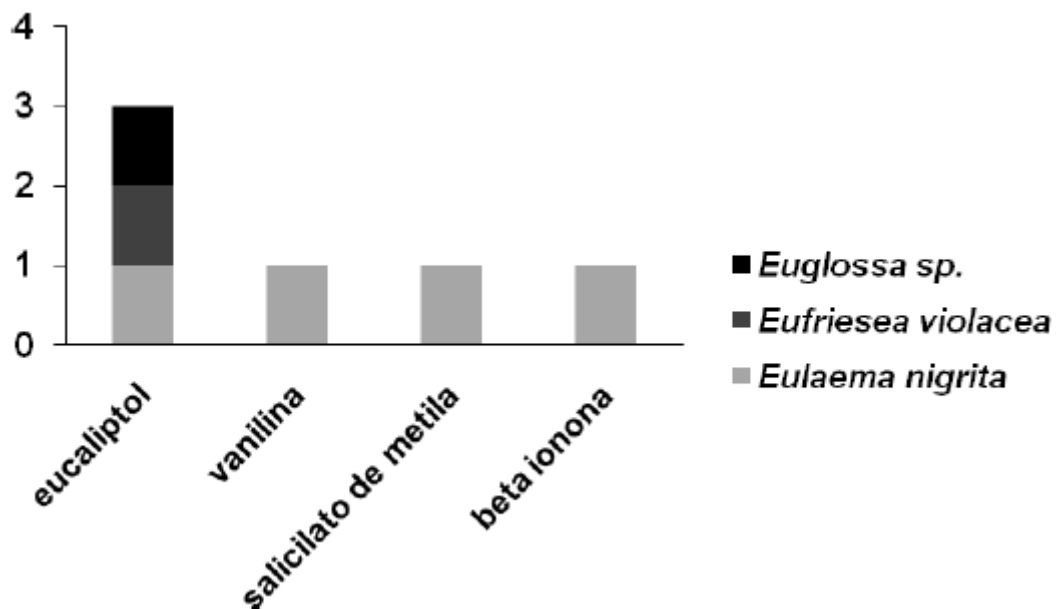


Figura 16 – Número de espécies de Euglossini atraídas a cada essência na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Monte Alegre.

3.3 RESERVA NATURAL SALTO MORATO

Nas duas áreas de amostragens (A e B) foram coletados 355 machos de Euglossini, pertencentes a 13 espécies e quatro gêneros. *Euglossa* foi o gênero mais abundante e melhor representado em número de espécies (335 indivíduos e nove espécies), seguido de *Eulaema* (18 indivíduos e duas espécies), *Eufriesea* (um indivíduo) e *Exaerete* (um indivíduo) (Tabela 6). *Euglossa iopoecila* foi a espécie mais abundante, com 154 indivíduos amostrados (43,4%), seguida de *Euglossa annectans* com 119 indivíduos coletados (33,5%), as 11 demais espécies totalizaram juntas 23,1 % da amostra.

Como nenhuma diferença significativa foi encontrada nas abundâncias e riquezas entre os pontos PA1 e PA2 na Área A, bem como entre os pontos PB1 e PB2 na área B, os dados dos foram agrupados e são apresentados apenas como áreas A e B. Dos 355 machos amostrados por esta metodologia, 175 foram coletados na Área A e 180 na Área B, indicando um número similar de machos amostrados nas duas áreas de estudo na RNSM, apesar do menor número de amostragens na Área B. Na área A foram amostradas 11 espécies de Euglossini, distribuídas em três gêneros (*Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*), e na área B, 11 espécies distribuídas em três gêneros (*Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea*). Na área A, *Euglossa iopoecila* foi a espécie mais abundante (97 machos; 55,4%) seguida de *Euglossa annectans* (31 machos; 17,7%). *Euglossa cordata* e *Exaerete* sp. (macho atraído a isca de eucaliptol, porém não coletado) foram amostradas exclusivamente nesta área. A área B, *Euglossa annectans* foi a espécie mais abundante (88 machos; 48,9%) seguida de *Euglossa iopoecila* (57 machos; 31,6%). *Eufriesea dentilabris* e *Euglossa truncata* foram amostradas exclusivamente na área B (Tabela 6).

Tabela 6 – Número e indivíduos, porcentagem (%), dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e categoria (CT) das treze espécies de Euglossini coletadas nas iscas-odores nas duas áreas (A e B) de amostragem na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba – PR, no período de abril/2009 a março/2010. (%) = porcentagem na amostra total. d = espécie dominante; a = espécie acessória; o = espécie ocasional. mf = espécie muito frequente; f = espécie frequente; pf = espécie pouco frequente. C = espécies comuns; I = espécies intermediárias; R = espécies raras.

Espécies	A	%	B	%	Total (%)	D	FO	CT
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	5	2,9	-	-	5 (1,4%)	a	pf	R
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	1	0,6	1	0,6	2 (0,6)	a	pf	R
<i>Euglossa iopoecila</i> Dressler, 1982	97	55,4	57	31,6	154 (43,4)	d	mf	C
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	2	1,1	2	1,1	4 (1,1)	o	pf	R
<i>Euglossa roderici</i> Nemésio, 2009	10	5,7	8	4,4	18 (5,1)	a	f	I
<i>Euglossa solangeae</i> Nemésio, 2007	4	2,3	13	7,2	17 (4,8)	a	f	I
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	31	17,7	88	48,9	119 (33,5)	d	mf	C
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	-	-	1	0,6	1 (0,3)	o	pf	R
<i>Euglossa viridis</i> (Perty, 1833)	13	7,4	2	1,1	15 (4,2)	a	f	I
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	3	1,7	3	1,7	6 (1,7)	o	pf	R
<i>Eulaema nigrita</i> Lepelletier, 1841	8	4,6	4	2,2	12 (3,4)	a	f	I
<i>Eufriesea dentilabris</i> (Mocsáry, 1897)	-	-	1	0,6	1 (0,3)	o	pf	R
<i>Exaerete</i> sp.	1	0,6	-	-	1 (0,3)	o	pf	R
Total	175	100	180	100	355(100)			

Para verificar a suficiência do esforço amostral foi gerada uma curva acumulação de espécies (Figura 17). Nota-se que a curva não atingiu uma estabilização. Os valores dos estimadores sugerem um número provável de 13 a 14 espécies para a área: Chao 2: 12,8; Jackknife 1: 14,6; Bootstrap: 12,7; indicando, portanto, uma provável ocorrência de mais espécies de Euglossini na RNSM e a necessidade de um maior esforço amostral para amostrar as espécies presentes na área.

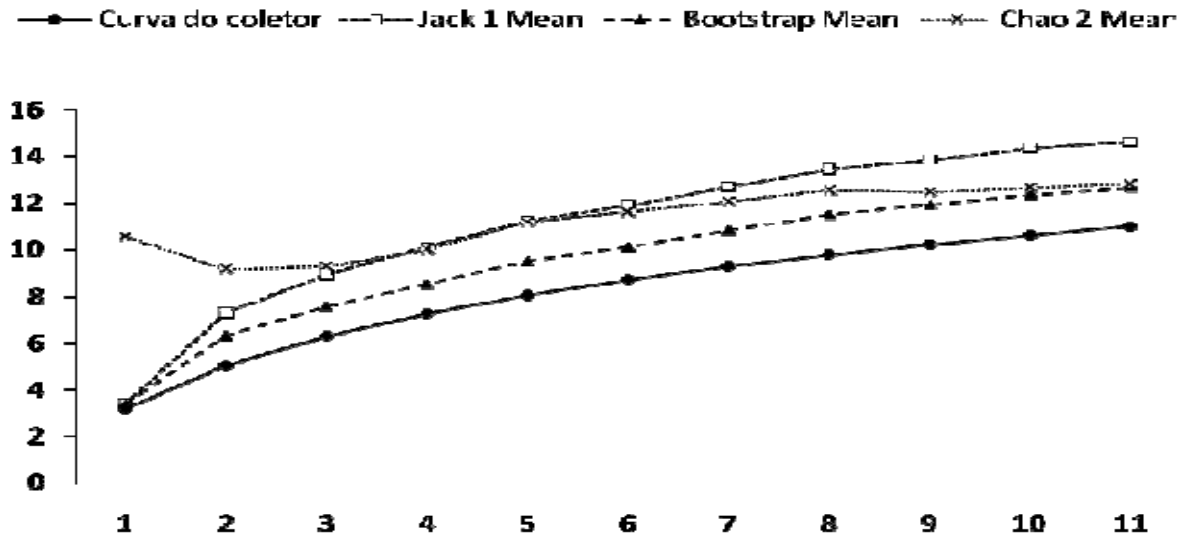


Figura 17 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na área A da Reserva Natural Salto Morato.

Na Área B, *E. annectans* foi a espécie mais frequente, correspondendo a 48,2% da amostra desta área, seguida por *E. iopoecila* (32,3%). *Eufriesea dentilabris* e *Euglossa truncata* foram coletadas somente nesta área (Tabela 6). A curva de acumulação gerada para as amostragens na área B mostrou-se próxima de atingir a estabilização; os valores dos estimadores também se mostraram mais próximos do valor amostrado, Chao 2: 11,2; Jackknife 1: 12,8; Bootstrap: 12,1 (Figura 18).

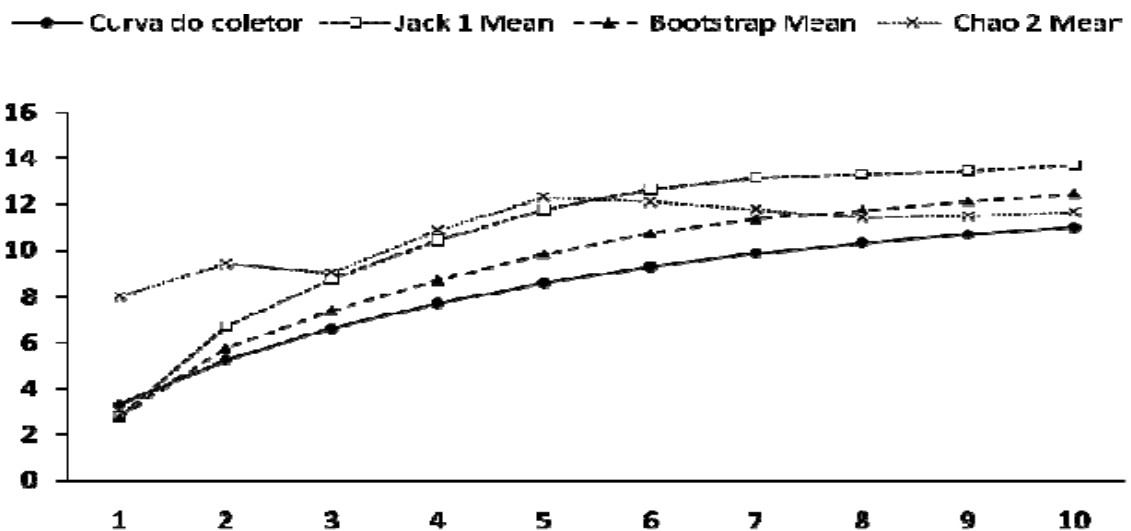


Figura 18 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas na área B da Reserva Natural Salto Morato.

A similaridade entre as faunas de Euglossini das áreas A e B medida pelos índices de Morisita-Horn e coeficiente de Sorensen (Q.S.) foram, respectivamente, 0,77 e 0,82; contudo, um menor valor ligeiramente menor de similaridade entre estas duas áreas foi revelado pelo índice percentagem de Renkonen (62,7%). Os estimados índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') para as áreas A e B foram de 1,5 e 1,36, respectivamente, mostrando-se similares e não estatisticamente distintos. Os valores de equitabilidade (J') obtidos foram de 0,62 na área A e 0,58 na área B, enquanto os índices de dominância de Berger-Parker (d) para as áreas A e B foram de 0,55 e 0,49, respectivamente.

Apesar de algumas diferenças pontuais, ao se comparar as área A e B quanto à abundância e riqueza de espécies, nenhuma diferença estatística foi encontrada ($p = 0,64$), assim as análises de frequência de ocorrência e dominância de espécies referem-se ao conjunto de amostras destas áreas. A análise da diversidade de Shanon-Weaner (H') conjunta para ambas as áreas mostrou um índice de 1,53. Os índices de equidade de Pielou e de dominância de Berger-Parker estimados foram de: $J' = 0,6$ e $d = 0,4$.

Euglossa iopoecila e *Euglossa annectans* foram as espécies muito frequentes e dominantes (*E. iopoecila*: FO: 0,9; D: 0,43 e *E. annectans*: FO: 0,86; D: 0,33, no geral), sendo classificadas como espécies comuns. *Euglossa viridis*, *Euglossa solangeae*, *Euglossa roderici* e *Eulaema nigrita*, foram espécies acessórias e frequentes, sendo classificadas como espécies intermediárias. *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata*, *Euglossa pleosticta*, *Euglossa fimbriata*, *Euglossa truncata*, *Eufriesea dentilabris*, e *Exaerete* sp., estas foram espécies ocasionais e pouco frequentes e foram classificadas como espécies raras (Tabela 6).

A curva de acumulação gerada com os dados agrupados das áreas A e B mostrou uma ligeira tendência à estabilização (Figura 19); os valores dos estimadores foram: Chao 2: 14,4; Jackknife 1: 15,9; Bootstrap: 14,3; indicando a provável presença de 14 a 16 espécies de Euglossini para a área de Floresta Ombrófila Densa da RNSM.

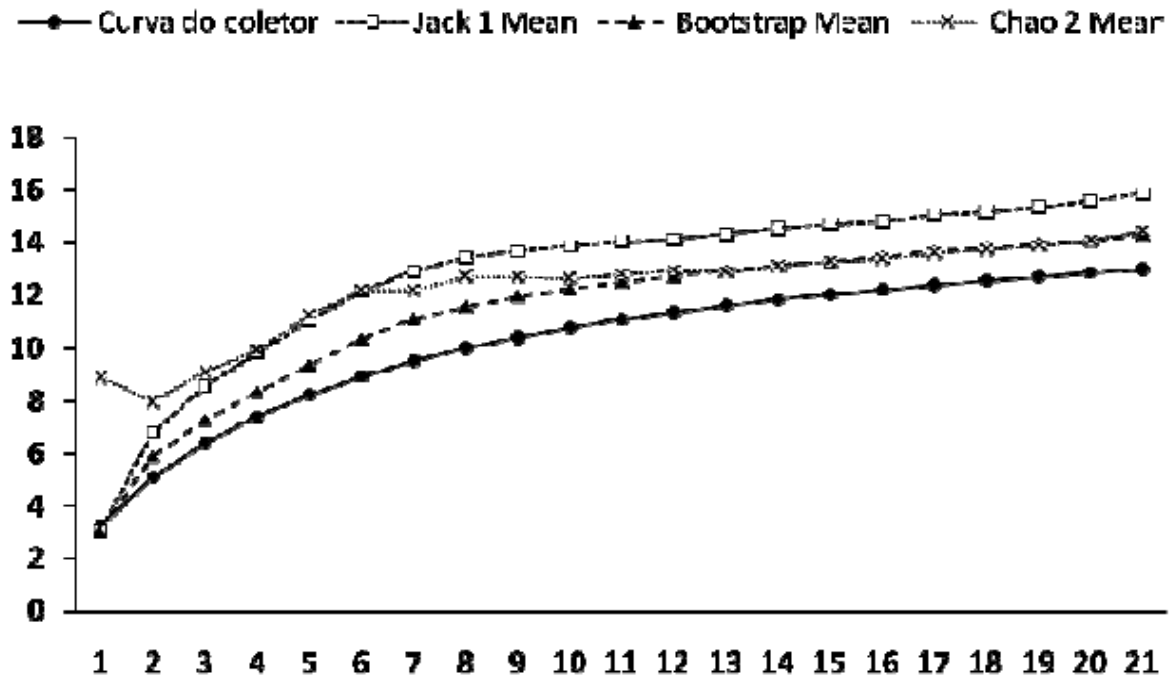


Figura 19 – Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza não paramétricos representando o número cumulativo de espécies coletadas em função da quantidade de amostragens realizadas com iscas-odores na Reserva Natural Salto Morato.

O período de maior abundância e riqueza dos *Euglossini* na área estudada foi entre os meses de novembro a fevereiro (Figura 20). *Euglossa iopoecila* e *Euglossa annectans* ocorreram em todos os meses das amostragens (dados não mostrados). Dentre as espécies mais abundantes coletadas na RNSM, somente *Euglossa solangeae* e *Euglossa roderici* apresentaram um padrão mais evidente de atividade restrito a alguns meses do ano, ou seja todos os indivíduos coletados destas duas espécies ocorreram entre os meses de novembro a fevereiro. As demais espécies ou não apresentaram um padrão peculiar de atividade ou não foram consideradas nesta análise por estarem representadas por poucos indivíduos na amostra.

Os resultados revelaram uma correlação positiva entre temperatura e a riqueza ($r_s = 0,85$; $p = 0,0009$) e a temperatura com a abundância ($r_s = 0,80$; $p = 0,003$) (Figura 20). Quando foi comparada a umidade relativa do ar com a abundância e riqueza foram obtidos valores baixos de correlação entre estes parâmetros (abundância e umidade: $r_s = 0,53$; $p = -0,21$; riqueza e umidade: $r_s = 0,31$; $p = -0,34$).

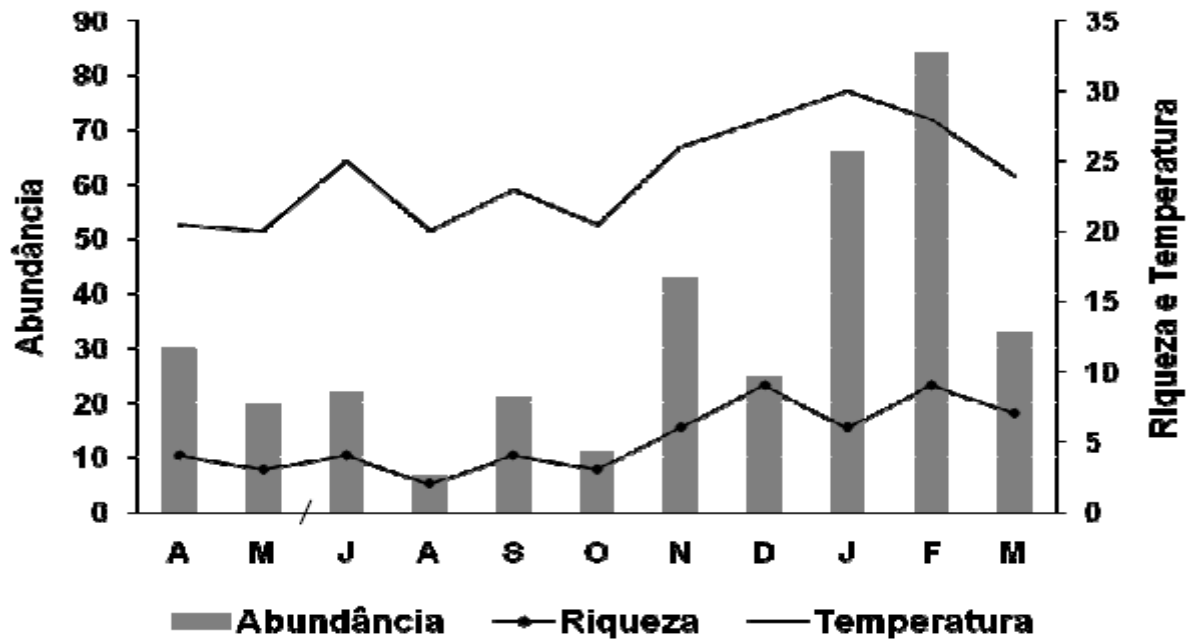


Figura 20 – Variação na abundância das abelhas Euglossini, coletadas na área de Floresta Ombrófila Densa da Reserva Natural Salto Morato, no período de abril a maio de 2009 e julho de 2009 a março de 2010.

Eugenol foi a essência mais atrativa em termos de abundância nos dois pontos, seguida de eucaliptol, essas duas essências representaram 73% de todos os machos atraídos na RNSM (Figura 21).

Todas as essências utilizadas no presente trabalho atraíram a visita de machos de Euglossini na RNSM (Figura 21). Comparando-se a atratividade das diferentes iscas odores empregadas, verifica-se uma maior atratividade do eugenol (43%) e do eucaliptol (30%) na área de estudo. De modo diverso o cinamato de metila foi a essência menos procurada pelos machos de abelhas, atraindo apenas cinco indivíduos de Euglossini.

Percentual de machos atraídos as iscas odores

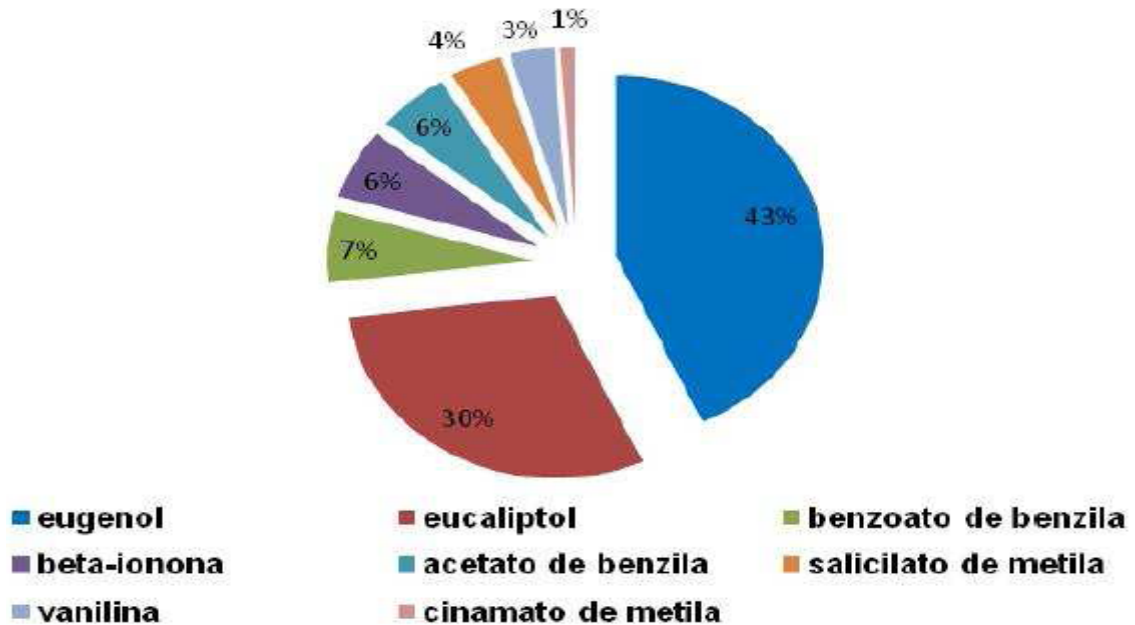


Figura 21 – Porcentagem dos machos de Euglossini amostrados em cada substância aromática na RNSM.

Em termos de número de espécies atraídas às iscas, o eucaliptol foi a essência que atraiu mais espécies, ou seja, das 13 espécies amostradas na RNSM, 10 foram atraídas pelo eucaliptol. O eugenol e benzoato de benzila atraíram seis espécies, representando a segunda essência mais atrativa. Assim como na abundância o cinamato de metila foi a essência menos atrativa quando analisada a riqueza, neste caso das 13 espécies amostradas apenas duas foram atraídas ao cinamato de metila (Figura 22).

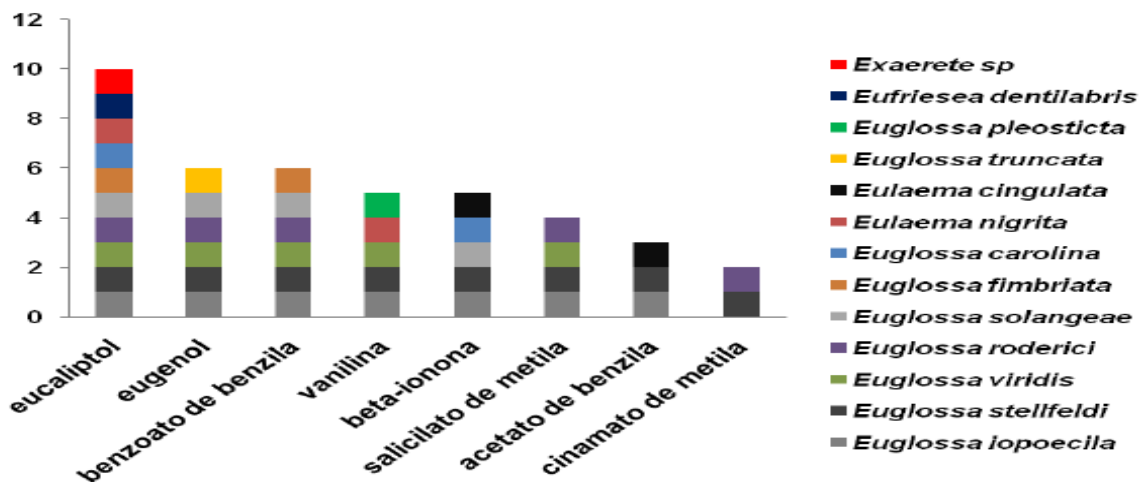


Figura 22 – Número de espécies atraídas a cada essência na RNSM.

Na Figura 23 são apresentados os padrões de abundâncias de espécies para as três áreas (FES, DOM e FOD) estudadas no presente trabalho. Verifica-se nitidamente que a curva de abundância declina de forma muito acentuada e abruptamente para a comunidade de Euglossini da FOM, enquanto as duas demais curvas mostram um padrão similar. Especialmente no caso destas duas curvas verifica-se que a maior parte das espécies amostradas ocorre em um baixo número de indivíduos, com poucas espécies em cada área, mostrando uma abundância mais expressiva.

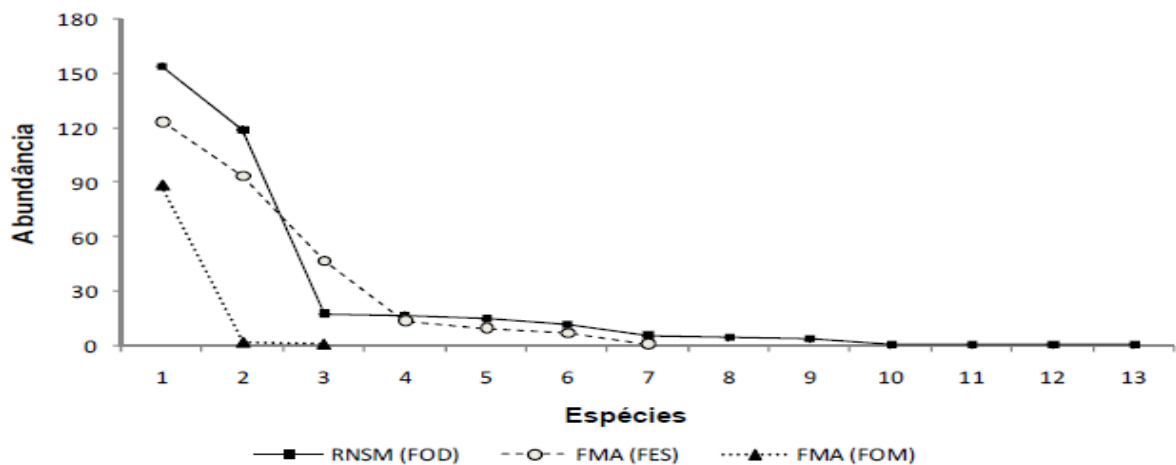


Figura 23 – Distribuição da ordem de abundância (em número de indivíduos) para as espécies de Euglossini nas três áreas estudadas (RNSM, FMA (FES), FMA (FOM)). As espécies estão ordenadas em ordem decrescente de abundância de indivíduos. FOD = Floresta Ombrófila Densa; FES = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista.

4 DISCUSSÃO

De acordo com Nemésio (2009), poucas áreas de Mata Atlântica têm sido extensivamente amostradas para o conhecimento da fauna de Euglossini. Tal fato é especialmente verdade para os remanescentes de Mata Atlântica no sul do Brasil. Embora seja esperada uma menor riqueza e uma menor diversidade de Euglossini para áreas de latitudes mais elevadas (Rebêlo, 2001), diante das fortes ameaças a que estão sujeitos os remanescentes de Mata Atlântica e do fato de que algumas espécies desta tribo encontram-se nos seus limites de distribuição em domínios deste bioma no sul do Brasil, a necessidade de maiores estudos sobre

este grupo de abelhas em tais áreas torna-se inquestionável. Tal afirmação se baseia no fato de que populações vivendo nos limites de sua distribuição estão mais propensas à extinção (Martins e Melo, 2010).

No presente estudo, as comunidades de Euglossini de três ecossistemas de Mata Atlântica no sul do Brasil, localizadas entre as coordenadas 24° 12' a 25° 10' longitude Sul e 48° 18' e 50° 33' longitude Oeste, foram estudadas e os resultados obtidos revelaram uma baixa riqueza e diversidade de espécies para

o remanescente de Floresta Ombrófila Mista (FOM), apesar de este remanescente constituir um fragmento de grande tamanho (7900 ha) e bem preservado deste tipo de formação vegetal. Até o momento poucos trabalhos sobre comunidades de Euglossini foram realizados nesse tipo de formação florestal. Em um estudo recente realizado no estado de Santa Catarina em um levantamento realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Krug e Alves-dos-Santos (2008) não coletaram nenhum macho de Euglossini em iscas odores na área estudada. Um segundo estudo realizado em outro remanescente de FOM também revelou baixa diversidade de espécies e uma dominância quase absoluta da espécie *Eulaema nigrita* (Dias, 2010). No presente trabalho esta espécie também foi dominante em abundância (96,84%) no ecossistema de FOM da Fazenda Monte Alegre. Em termos de conservação, a elevada presença de *E. nigrita* neste tipo de formação vegetal assume um papel relevante, considerando-se que esta abelha deve constituir um polinizador importante para algumas espécies de angiospermas presentes nos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, um dos ecossistemas mais ameaçados de Mata Atlântica.

A área amostrada da Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda Monte Alegre, distante 24 km da área da FOM, revelou uma riqueza e diversidade de espécies de Euglossini maior que esta última. Apesar da proximidade entre estas duas áreas e de ambas estarem localizadas na mesma região e sujeitas às mesmas condições climáticas, um aspecto interessante observado no presente estudo foi a baixa similaridade entre as comunidades de Euglossini destas, quando foram aplicados os índices de Sorensen e Renkonen. Neste caso, as percentagens de similaridade apontadas por estes dois coeficientes, que consideram apenas a presença das espécies (Sorensen) ou o percentual de indivíduos de cada espécie em comum (Renkonen), foram de 40% e 44%, respectivamente. Esta similaridade

revelou-se maior quando foi empregado o índice de Morisita-Horn (66%). As análises também indicam que amostragens adicionais nas duas áreas da FMA não devem revelar um número muito divergente de espécies dos encontrados para estas áreas.

Bezerra e Martins (2001) sugerem que possivelmente apenas áreas geograficamente próximas, com topografia, vegetação e clima similares apresentem comunidades de Euglossini similares. O resultado obtido na FES na área estudada não diverge muito do encontrado por Sofia et al. (2004) em um estudo realizado em um remanescente bem preservado (Parque Estadual “Mata dos Godoy”) de FES localizado no norte do estado do Paraná, sob clima do tipo Cfa e distante cerca de 90 km da FMA. Após doze meses, totalizando 168 horas de amostragem, estes autores encontraram nove espécies diferentes de Euglossini, seis das quais comuns às amostradas na área de FES da FMA. A aplicação dos índices de Sorensen, Renkonen e Morisita-Horn, revelaram respectivamente as seguintes percentagens de similaridade: 75%, 63,5%, 0,83.

Sabe-se que *Euglossa annectans*, espécie amostrada na FMA também possui ocorrência no norte do Paraná (Giangarelli, et al., 2009). Ao se considerar que o clima na região norte do Paraná difere em vários aspectos (ex. médias térmicas, precipitação) do clima predominante na região da FMA, tais resultados sugerem que a similaridade no tipo formação vegetal constitui um fator mais determinante para a similaridade das comunidades de Euglossini do que diferenças nas condições climáticas. Moldenke (1975) argumenta que comunidades vegetais que são amplamente separadas geograficamente, mas que apresentam características fisionômicas semelhantes tendem a ter comunidades semelhantes de abelhas. Contudo, outros fatores, a exemplo de composição florística local e na disponibilidade de recursos, podem também estar relacionados às variações da riqueza e composição das espécies de Euglossini encontradas mesmo em áreas com tipos semelhantes de vegetação (Souza et al., 2005).

A importância de trabalhos de levantamentos e estudos de comunidades se tornam relevantes uma vez que podem contribuir com informações sobre os limites de distribuição de espécies e de que forma tais espécies participam da composição das comunidades (assembléias) das quais fazem parte.

No presente trabalho, a ocorrência de *Euglossa viridis* (Perty, 1833) na área da Reserva Natural Salto Morato, em Guaraqueçaba, amplia os conhecimentos sobre a real distribuição desta espécie para domínios mais ao sul

dos até então conhecidos para áreas de Mata Atlântica (ver Nemésio, 2009). *Euglossa viridis* é uma espécie de abelha da orquídea com a distribuição geográfica entre a Bacia Amazônica até a Mata Atlântica (Nemésio, 2009). Na Mata Atlântica a espécie é conhecida na Floresta Chuvosa Costeira (ou Floresta Ombrófila Densa) apenas nos estados de Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, tendo seu limite meridional de distribuição registrado em 23° S latitude. Outro aspecto curioso, diz respeito ao fato que *E. viridis* é raramente atraída à iscas odores, de modo que, informações sobre a distribuição geográfica desta espécie ainda é deficiente (Nemésio, *op cit.*). No entanto, na área da RNSM esta espécie representou 4,1% da amostra total, com 15 machos atraídos às iscas odores, fazendo parte do grupo de espécies consideradas frequentes na área (f).

E. viridis foi reconhecida morfológicamente similar a *Euglossa cyanura* Cockerell, 1917 que ocorre na América Central e *Euglossa (Euglossella) jacquelynae* Nemésio, 2007 do Brasil Central (Nemésio, 2007). Em seu recente estudo sobre as abelhas das orquídeas da Mata Atlântica, esse autor relata que *E. jacquelynae* só foi registrada a partir do limite ocidental do domínio da Mata Atlântica, enquanto *E. viridis*, como mencionado anteriormente, é uma espécie de Euglossini normalmente encontrada em florestas litorâneas deste ecossistema (Nemésio, 2009). Este novo registro de *E. viridis* no Paraná contribui claramente para um melhor entendimento da distribuição desta espécie e para futuras abordagens biogeográficas da fauna de Euglossini.

Até o momento, existem poucos estudos sobre comunidades de Euglossini em remanescentes de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil (Wittmann et al., 1988; Essinger, 2005). Esta última autora amostrou em duas áreas de FOD de 112 e 35 ha no estado de Santa Catarina, distantes em cerca de 400 km da RNSM, apenas quatro espécies e 126 indivíduos essas áreas estão. Interessantemente, das quatro espécies amostradas por Essinger (2005), apenas *Euglossa annectans* foi coletada também na RNSM. Um fato bastante interessante é a grande abundância de *Eufriesea violacea* (Blanchard, 1840) amostrada por Essinger (2005) nas duas áreas, pois se sabe que esta espécie está bastante relacionada com ambientes preservados (Giangarelli et al., 2009), e apesar da RNSM ser um ambiente conservado não foram amostrados machos de *Eufriesea violacea* no presente trabalho. Esta espécie tem sua ocorrência também registrada

para o norte do Paraná (Sofia e Suzuki, 2004; Sofia et al., 2004; Giangarelli et al., 2008) e para área de FOD do Rio Grande do Sul (Wittmann et al., 1988). Assim, não se pode descartar o fato desta espécie ocorrer na área da RNSM e simplesmente não ter sido amostrada. Os resultados obtidos com as curvas de acumulação sugerem a ocorrência de mais espécies de Euglossini para a área estudada. Apesar desta de *E. violacea* ser facilmente atraídas por iscas de eucaliptol e vanilina (Sofia et al., 2004), estudos sugerem que a atratividade das iscas pode variar de um local para outro (Ackerman, 1989).

Ao se comparar as faunas de Euglossini dos três tipos de ecossistemas de Mata Atlântica aqui estudados, verifica-se que o remanescente de Floresta Ombrófila Densa mostrou a maior riqueza ($n = 13$) e diversidade ($H' = 1,52$); entretanto, o remanescente de Floresta Estacional Semidecidual mostrou a maior abundância de indivíduos amostrados por hora de coleta (FES = 4,1 ind./h; FOM = 1,53 ind./h; FOD = 2,88 ind./h), sugerindo uma maior abundância para a área de FES.

Ao se considerar o padrão de distribuição de abundância das diferentes espécies dos remanescentes FES (da FMA) e FOD (RNSM) nota-se que as curvas de abundância se encaixam nos padrões descritos para Euglossini de diferentes áreas de Mata Atlântica, ou seja, poucas espécies em elevado número de indivíduos e a maior parte das espécies representadas por poucos indivíduos (Rebêlo e Garófalo, 1997; Sofia et al., 2004; Aguiar e Gaglianone, 2008; Ramalho et al. 2009). Apesar deste padrão de dominância exibido por algumas espécies, os índices de dominância de Berger-Parker (d) e de equidade de Pielou (J') obtidos para as comunidades de Euglossini nas áreas de FES e FOD não revelaram uma heterogeneidade tão acentuada. De modo distinto, o baixo valor de equidade ($J' = 0,15$) e alto valor de dominância ($d = 0,97$) encontrado para a área da FOM, deve-se seguramente à maior abundância de *Eulaema nigrita*.

Como destacado anteriormente, foram amostradas 11 espécies em cada área do estudo na RNSM (áreas A e B). *Euglossa iopoecila* e *Euglossa annectans* foram as espécies mais comuns e frequentes, representando cerca de 80% de todos os indivíduos amostrados, porém a falta de estudos sobre as comunidades de abelhas Euglossini na região sul e sudeste do Brasil em Floresta Ombrófila Densa torna difícil a comparação da comunidade de Euglossini da RNSM com a comunidade real dessas abelhas na Floresta Ombrófila Densa da Mata

Atlântica. A similaridade entre as duas áreas foram altas nas duas análises, os índices de diversidade e equidade não mostraram diferenças significativas, o que sugere que não há diferenças nas duas áreas amostradas, o que era de se esperar, isso pelo fato das áreas estarem próximas (cerca de 2200 metros de distância), e é sabido que os Euglossini têm grande capacidade de voo, podendo voar distâncias maiores (Janzen, 1971), além do fato dessas áreas terem poucas barreiras entre elas e estarem estágios de conservação parecidos.

As curvas de acumulação de espécies e os estimadores de riqueza sugerem que um maior esforço amostral é necessário para amostrar outras espécies potencialmente presentes na área e que não foram amostradas; ou seja, os valores mais altos obtidos pelos estimadores sugerem a ocorrência de até 17 espécies (15,8 foi o valor encontrado pelo estimador Jackknife 1 para a RNSM, somado a fêmea de *Euglossa anodorhynchi*, que foi coletada no ninho e que não foi adicionada nas análises). Cullen et al. (2004) sugerem alguns fatores, que poderiam influenciar a distribuição espacial das comunidades dentro da área amostrada podendo interferir nas curvas, pois esses estimadores não são sensíveis a estas variações, assim, a estabilização da curva nem sempre mostrará a suficiência amostral. Um desses fatores poderia ser a distribuição heterogênea de hotspots de recursos, o que poderia levar a uma estruturação na comunidade local de Euglossini gerando uma heterogeneidade da fauna na área amostrada (Armbruster, 1993).

Um padrão de maior atividade das abelhas Euglossini durante a estação chuvosa e de maiores médias térmicas tem sido demonstrado por vários autores em ecossistemas de FES e FOD Atlântica (Wittmann et al., 1988; Rebêlo e Garófalo, 1997; Sofia et al., 2004; Ramalho et al., 2009). No presente estudo, particularmente na área de FOD (RNSM), *Euglossa solangeae* e *Euglossa roderici*, amostradas somente nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, foram as espécies que mostraram os padrões mais restritos de atividade na Reserva Natural Salto Morato. Neste caso, as maiores temperaturas registradas para estes meses provavelmente foram importantes na regulação da atividade destas duas espécies, uma vez que este parâmetro abiótico mostrou-se positivamente relacionado à atividade dos Euglossini na área estudada. De modo distinto nas duas áreas da Fazenda Monte Alegre (FES e FOM) não se observa a mesma correção entre temperatura e atividade (abundância) de Euglossini. Dentre as espécies amostradas na FMA, *Eufriesea violacea* exibiu uma atividade restrita a

poucos meses. No geral, o gênero *Eufriesea* inclui abelhas tipicamente sazonais, sendo algumas espécies ativas apenas durante um ou dois meses por ano (Dressler 1982). No caso de *Eufriesea violacea*, um padrão nitidamente sazonal para áreas de FES no sul e sudeste do Brasil tem sido identificado por alguns autores (Rebêlo e Garófalo, 1997; Sofia et al., 2004).

O eugenol foi a essência mais eficiente na atração dos machos de Euglossini considerando a abundância tanto na Área A quanto na Área B, o que não é comum nos estudos com iscas-odores como atrativo para as abelhas das orquídeas, poucos estudos apresentam o eugenol como a essência mais atrativa (Nemésio, 2008). Este fato pode ocorrer quando alguma espécie dominante é mais atraída por essa isca. Na maioria dos relatos o eucaliptol é a essência mais atrativa (Neves e Viana, 1999; Sofia e Suzuki, 2004; Silveira, 2010; Storck-Tonon et al., 2009) e dificilmente eugenol sendo a mais atrativa (Pearson e Dressler, 1985; Peruqueti et al., 1999). Entretanto o eucaliptol atraiu 10 espécies diferentes, enquanto o Eugenol atraiu seis espécies diferentes.

A presença de um único exemplar amostrado de *Euglossa truncata*, *Eufriesea dentilabris* e *Exaerete* sp., assim como o registro de uma fêmea e a não captura de machos de *Euglossa anodorhynchi* pode ser explicado pelo fato de haver uma baixa abundância dessas espécies na RNSM ou pelo fato de algumas espécies de Euglossini não serem atraídas as iscas odores (Ackerman, 1983b; Roubik e Ackerman, 1985), situação já relatada por alguns autores, como Rebêlo e Garófalo (1991) que não amostraram *Euglossa townsendi* nas iscas odores, contudo registraram essas espécies em um estudo posterior com a utilização de ninhos armadilhas (Garófalo et al., 1993).

De um modo geral, os resultados obtidos contribuem para um maior conhecimento das comunidades de Euglossini presentes em remanescentes de Mata Atlântica representados por áreas de FOM, FES e FOD no estado do Paraná. Tais resultados auxiliam na contribuem com informações que ajudam a compreender melhor a distribuição de algumas espécies de Euglossini, informações estas importantes para estudos de biogeografia e conservação deste grupo importante de polinizadores neotropicais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, Klabin S.A. e CAPES (PROCAD_158/2007) pelo apoio financeiro. À CAPES pela bolsa de mestrado concedida a D.C. Giangarelli. À UEL pelo apoio nas coletas e aos proprietários das reservas particulares, IBAMA e IAP pela autorização fornecida para as coletas das abelhas.

REFERÊNCIAS

- 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. *Biol. J. Linn. Soc.* 20, 301-314.
- Ackerman, J.D. (1989). Geographic and seasonal variation in fragrance choices and preferences of male euglossine bees. *Biotropica*, 21, 340-347.
- 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. *Neotrop. Entomol.* 37, 118-125.
- Anjos-Silva, E.J. dos., Rebêlo, J.M.M. (2006) A new species of *Exaerete Hoffmannsegg* (Hymenoptera: Apidae: Euglossine) from Brazil. *Zootaxa* 110, 27-35.
- Armbuster, W.S. (1993) Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male Euglossine bees: possible causes and implications. *Biotropica* 25, 122-128.
- 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. *Rev. Bras. Zool.*, 18, 823-825.
- Búrquez, A. (1997) Distributional limits of euglossine and meliponine bees (Hymenoptera: Apidae) in northwestern Mexico. *Pan-Pac. Entomol.* 73, 137-140.
- Câmara, I.G. (2003) Brief history of conservation in the Atlantic forest. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook.* pp. 31-42. Center for Applied Biodiversity Science, Island Press, Washington. D.C.
- Cameron, S.A. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annu Rev Entomol* 49, 377-404.
- Colwell, R. K. (2006) Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. URL <<http://www.purl.oclc.org/estimates>>
- Cullen Junior, L., Rudran, R., Pádua, C.V. (2003) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. UFPR. Curitiba, PR. pp. 661.
- Dias, F.V. (2010) Ocorrência de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no centro-sul do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado.
- Dodson, C.D., Dressler, R.L., Hills, H.C., Adams, R.M., Williams, N.H. (1969) Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164, 234-249.
- Dressler, R.L. (1968) Pollination by euglossine bees. *Evolution* 22, 202-210.

- Dressler, R.L. (1982) Biology of orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13:373-394.
- Essinger, L.N. (2005) Euglossini (Apidae, Hymenoptera) no sul de Santa Catarina. Dissertação de mestrado, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 65p.
- Farias, R.C.A.P., Madeira-da-Silva, M.C., Pereira-Peixoto, M.H., Martins, C.F. (2008) Composição e sazonalidade de espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Mata e Dunas na Área de Proteção Ambiental 52 da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. *Neotrop. Entomol.* 37, 253-258.
- Garófalo, C.A., Camilo, E., Serrano, J.C., Rebêlo, J.M.M. (1993) Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Biol.* 53, 177-187.
- Giangarelli, D.C, Freiria, G.A; Colatreli, O.P., Suzuki, K.M., Sofia, S.H. (2008) Assembléias de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de seis fragmentos florestais no norte do Paraná. *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia, Curitiba.*
- Giangarelli, D.C, Freiria, G.A; 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. *Neotrop. Entomol.* 38, 1-6.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001) PAST Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleont. Electron.* 4, 9p.
- Hinojosa-Díaz, I.A., Ferial-Arroyo, T.P., Engel, M.S. (2009) Potential distribution of orchid bees outside their native range: The cases of *Eulaema polychroma* (Mocsáry) and *Euglossa viridissima* Friese in the USA (Hymenoptera: Apidae). *Diversity Distrib.* 15, 421-428.
- IAPAR, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (1978). *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná.* Londrina, 41p.
- Janzen, D.H. (1971) Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science* 171, 203-205.
- Janzen, D.H., Devries, P.J., Higgins, M.L., Kimsey, L.S. (1982) Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forest. *Ecology* 63, 66-74.
- Klabin (2007). Home page: <http://www.klabin.com.br/>.
- Krug, C., Alves-dos-Santos, I. (2008) O Uso de Diferentes Métodos para Amostragem da Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um Estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neotrop. Entomol.* 37, 265-278.
- 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.

Manual de Pesquisa RNSM (2006). Reserva Natural Salto Morato. Orientações Para Pesquisa Na Reserva Natural Salto Morato. 6p.

Martins, A.C., Melo, G.A.R. (2010). Has the bumblebee *Bombus bellicosus* gone extinct in the northern portion of its distribution range in Brazil? *J. Insect Conserv.*, 14, 207-210.

Metzger, J.P., Martensen, A.C., Dixo, M., Bernacci, L.C., Ribeiro, M.C., Teixeira, A.M.G., Pardini, R. (2009) Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biol. Conserv.*, 142, 1166–1177.

Michener, C.D. (2007) *The Bees of the World*, second edition, pp. 917.

Minckley, R.L., Reyes, S.G. (1996) Capture of the Orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. *J. Kans. Entomol. Soc.* 69, 102-104.

Ministério do Meio Ambiente, 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. CI, Fund. SOS Mata Atlântica, Fund. Biodiversitas, IPE, SEMA-SP, SEMAD/IEF-MG, MMA/SBF. Brasília. 40p.

Moldenke, A.R. (1975) Niche specialization and species diversity along a California transect. *Oecologia*, 21, 219-242.

Moura, D.C., Schlindwein, C. (2009) Mata Ciliar do Rio São Francisco como Biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de Florestas Tropicais Úmidas. *Neotrop. Entomol.* 38, 281-284.

Nemésio, A. (2006) *Euglossa anodorhynchi* sp. n. (Hymenoptera: Apidae), a new orchid bee from Southern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35, 206-209.

Nemésio, A. (2007) Three new species of *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae) from Brazil. *Zootaxa* 1547, 21-31.

Nemésio, A. (2008) Orchid bee community (Hymenoptera, Apidae) at an altitudinal gradient in a large forest fragment in southeastern Brazil. *Rev. Bras. Zoociências.* 10, 249-256.

Nemésio, A. (2009) Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa* 2041, 1-242.

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. *Neotrop. Entomol.* 35, 313-323.

Nemésio, A., Silveira, F.A. (2007) Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 36, 186-191.

Neves, E.L., Viana, B.F. (1997) Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 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. An. Soc. Entomol. Bras. 28, 201-210.
- Palma, S. (1975) Contribución al estudios de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos, in: II Simpósio Lationoamericano sobre Oceanografía Biológica, Univ. D' Oriente, Venezuela 2, pp, 119-133.
- Parra, 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. J. Trop. Ecol. 1, 37-54.
- Peruquetti, R. C., Campos, L.A.O., Coelho, C.D.P., Abrantes, C.V.M., Lisboa, L.C.O. (1999) As abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. Rev. Bras. Zool. 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. Rev. Bras. Entomol. 53, 95-101.
- Ramírez, S. (2005) *Euglossa paisa*, a new specie of orchid bee from the Colombian Andes (Hymenoptera: Apidae). Zootaxa 1065, 51-60. Ramírez, S.R., Roubik, D.W., Skov, C., Pierce, N.E. (2010) Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae). Biol. J. Linn. Soc. 100, 552-572.
- Rebêlo, J. M. M. (2001) História Natural das Euglossíneas. As abelhas das orquídeas. São Luís. Lithograf Editora, pp. 152.
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1991) Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. Rev. Bras. Biol. 51, 787-799.
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1997) Comunidades de Machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em Matas Semidecíduas do Nordeste do Estado de São Paulo. An. Soc. Entomol. Bras., 26, 243-255.
- Reis, N.R., Peracchi, A.L., Fandinõ-Marinõ, H., Rocha, V.J. (2005) Mamíferos da Fazenda Monte Alegre -Paraná. Eduel, pp. 177.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J., Hirota M. M. (2009) The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biol. Conserv. 142, 1141-1153.
- Rocha, V.J.; Machado, R.A.; Filipaki, S.A.; Fier, I.S.N (2003). A biodiversidade a Fazenda Monte Alegre da Klabin S/A no estado do Paraná. Anais VIII Congresso Florestal Brasileiro 2, 1–12.

- Roubik, D.W., Arckeman, J.D. (1987) Long-term of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panamá. *Oecologia* 73:321-333.
- Roubik, D.W., Hanson, P.H. (2004) Abejas de orquídeas de la América tropical. *Biología y guía de campo (Orchid bees of Tropical América) Biology and field guide*. Heredia, Costa Rica: INBio Press, pp. 370.
- Scheer, M.B., Gatti, G., Wisniewski, C., Mocoichinski, A.Y., Cavassani, A.T., Lorenzetto, A., Putini, F. (2009) Patterns of litter production in a secondary alluvial Atlantic Rain Forest in southern Brazil. *Rev. Brasil. Bot.* 32, 805-817.
- Silva, O., Rego, M.M.C., Albuquerque, P.M.C., Ramos, M.C. (2009) Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. *Neotrop. Entomol.* 38, 186-196.
- Sofia, S. H., Suzuki, K.M. (2004) Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no Sul do Brasil. *Neotrop. Entomol.* 33, 693-702.
- Sofia, S.H., Santos, A.M., Silva, C.R.M. (2004b) Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia* 94, 217-222.
- SOS Mata Atlântica/INPE (2010) Atlas Dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2008-2010, pp 40.
- 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. *Rev. Bras. de Zool.* 22, 320-325.
- Storck-Tonon, D., Morato, E.M., Oliveira, M.L. (2009) Fauna de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Amazônia Sul-Occidental, Acre, Brasil. *Acta Amazonica* 39, 693-706.
- Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M.M., Bedê, L.C. (2005) Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1, 1.
- Wittman 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: Euglossina). *Entomol. Gen.* 14, 53-60.
- Zanella, F.C.V (2003). Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga. In G. A. R. Melo & I. Alves-dos-Santos, *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure*. Editora UNESC, Criciúma.
- Zar, J.H. (1996) *Biostatistical analysis*. 3th ed. McElroy, W.D., Swanson, C.P (eds.). New Jersey, USA, Prentice-Hall INC, Englewood Cliffs, pp. 662.

4 ARTIGO B

**FIRST RECORD OF A GYNANDROMORPH ORCHID BEE, *EUGLOSSA*
IOPOECILA (HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI)**

**ARTIGO ACEITO PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO
Annals of the Entomological Society of America**

FIRST RECORD OF A GYNANDROMORPH ORCHID BEE, *EUGLOSSA IOPOECILA* (HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI)

Sofia, Silvia Helena^{1*}; Douglas Caldeira Giangarelli¹

Abstract

This is a first description of a gynandromorph of the orchid bee *Euglossa iopoecila* Dressler. The specimen was collected at a chemical bait (eugenol) in an Atlantic Forest remnant in southern Brazil and shows a partial, bilateral asymmetry, with the right and left halves of the head displaying predominantly female and male characteristics, respectively. Except for the three left legs that show male morphology and a tuft of hairs detected only in the left side of second metasomal sternum (S2), the mesosoma and the metasoma exhibit female characteristics. The gynandromorph described here belongs to the mosaic or mixed category, since male and female characteristics are distributed patchily throughout the body of this individual. The main external morphological characteristics of the gynander are: left and right antennae with 12 articles (like females), a mesosoma presenting a scutellar tuft (absent in males of this species) and a metasoma with six terga and six sterna that tapers to a point. Bilateral asymmetry in both metatibia is also noticeable: a normal corbicula is present in the right hind tibia, while the left hindleg brings a conspicuous deformation next to the tibial slit.

Keywords: Apoidea. Euglossine bees. Gynander. Gynandromorph. Neotropical fauna

Gynandromorphs, also called *gynanders*, are abnormal individuals exhibiting male and female characteristics simultaneously (Akre et al., 1982; González, 2004). Apparently, gynandromorphy, one of the best known cases of teratology, is a relatively uncommon phenomenon in bees (Celary and Wisniowski, 2001; Michez et al., 2009). In fact, little more than a hundred reports of gynandromorphism among bees have been described so far in six families (reviewed by Michez et al., 2009).

The etiology of gynandromorphism is not completely known, but it is generally attributed to developmental anomalies and includes the occurrence of both genotypical and phenotypical male and female tissues within the same organism

^{1*} Universidade Estadual de Londrina Depto. Biologia Geral, CCB Rod. Celso Garcia Cid, km 380 CP 6001 86051-990, Londrina, PR, Brazil Phone: +55 43 33714417 Fax: +55 43 33714207

¹ Depto. Biologia Geral, CCB Universidade Estadual de Londrina Rod. Celso Garcia Cid, km 380 86051-990, Londrina, PR, Brazil

(Pereira et al., 2004). The expression of cross-sex characteristics occurs in numerous combinations among the various body regions in gynandromorphs (Wcislo et al., 2004). Dalla Torre and Friese (1899) had classified gynandromorphs in four types: lateral, anterior-posterior, transversal and mixed. However, more recently three different gynandromorph categories have been commonly accepted: (i) bilateral if female and male body parts are equal and symmetric, (ii) transverse if sex characteristics are distributed in two asymmetrical parts; (iii) mosaic if sex characteristics are distributed patchily throughout the body (Michez et al., 2009). Bilateral gynandromorphs are the most easily recognizable amongst these categories (Akre et al., 1982). On the other hand, in bees, bilateral gynanders are the less frequently described (9%), while transverse gynanders correspond to 56% of the observed cases (Michez et al., 2009).

Among bees, the majority of reports of gynandromorphism are related to the Megachilidae family, mostly in the genus *Megachile* (Wcislo et al., 2004). In Apidae, gynandromorphism has been described for *Xylocopa* (Lucia et al., 2009), *Nomada* (Tsuneki, 1975), *Thyreus* (Engel, 2009) and some species of the corbiculate bee clade, including the stingless bee *Melipona mondury* Smith (Oliveira and Andrade, 2006), the honey bee *Apis mellifera* Linnaeus, as well as several species of bumble bees (Wcislo et al., 2004; Michez et al., 2009). Now, despite the conspicuous abundance of euglossine, or orchid, bees in Neotropical forests (Roubik and Hanson, 2004), no cases of gynandromorphism in these bees has been reported.

Euglossine bees constitute an important group of Neotropical bees, which are also members of the corbiculate Apidae clade (Cameron, 2004), and have been focus of numerous investigations over the last four decades, since Dodson et al. (1969) showed that males could be surveyed by mean of chemical attractants. Surveys of euglossine fauna using chemical baits usually result in a large number of males from a variety of species (Pearson and Dressler, 1985; Roubik and Ackerman, 1987; Aguiar and Gaglianone, 2008).

In this study we describe the first known gynandromorph of *Euglossa iopoecila*, an orchid bee (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) belonging to *Glossura* group (Dressler, 1978; Cameron, 2004). The known occurrence of this euglossine species includes Atlantic Forest domains in southern and southeastern Brazil (only in the states of São Paulo and Paraná) (Nemésio, 2009).

Materials and Methods

The *Euglossa iopoecila* gynandromorph was collected in a preserved remnant of Atlantic Forest, Reserva Natural Salto Morato (RNSM), presenting ca. 2300 ha, located in eastern Paraná (25°09' -25°11' S; 48°16' -48°20' W) state, in southern Brazil. The gynandromorph was captured, on May 31st, 2009 at 11:32 am, with an insect net after being attracted to a eugenol chemical bait.

In order to preserve the gynander specimen intact, all analyses in the current study were based only on external morphological characters. Using a photo-stereomicroscope, morphological measures and photographic records were made (Motic – SMZ 168). All measures were performed three times with Motic Image Plus 2.0 software, and the means of these measures are presented herein. For comparison, the morphological measures of a normal *E. iopoecila* male that was collected in the same area and was of a similar size to the gynandromorph were also included in this study. Morphological terminology follows Michener (2000). Both specimens analyzed have been deposited as voucher specimens at the Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

Results

Gynandromorph description. Body length and width (through the inner border of the tegula) measured 14.44:3.99 mm. At first glance the gynandromorph appears to be male on the left side and female on the right side (Figures 1-2), but this bilateral asymmetry is only partial.

Head: Displays partial bilateral asymmetry (Figure 3); the right half with female characteristics and left half showing mostly male characteristics. Although both antennae show 12 articles (i.e. the number of a normal female), they differ in length (4.78 mm on the left side and 5.07 mm on right side) (Figures 3). The left and right mandibles show a striking difference in length, measuring 1.63 mm and 2.1 mm, respectively (Figure 4). The labrum shows some length and width variation between sides, measuring 0.76:0.45 mm and 0.47:0.35 mm on the right and left sides, respectively (Figures 3 and 4); an ivory paraocular marking, characteristic for

males, exists only on the left side. The length and width of both eyes showed very slight differences (not shown).

Mesosoma: The integument is blue-violet with whitish and black hairs, scutellar tuft (which occurs only in females in this species) (Figure 5), left ventral foreleg with tarsal brushes (Figure 6), right foreleg without tarsal brushes (Figure 7); the left mesotibia has velvety area and anterior and posterior tufts (Figure 8), right mesotibia, as in females, without velvet area or tufts (Figure 9), left metatibia with an incomplete and deformed slit (Figure 10) and right metatibia with a female corbicula (Figure 11); inner surface of the hindtibia and basitarsus different in left and right sides (Figures 12 and 13, respectively), with the base of the left and right basitarsus, showing the absence and presence of rastellum, respectively (Figures 14 and 15).

Metasoma: Only metasomal segments have been considered, i.e. the propodeum was not counted. As in females, the metasoma of this gynander is apically narrowed and composed of six terga and six sterna (Figure 16). The left side of the second metasomal sternum (S2) with a hair tuft (not shown), which is absent in the right side. The sting, if present, was not visible.

Normal male description: Body length and width measuring 14.39: 4.1 mm. **Head:** antennae with 13 segments, showing an approximate total length of 4.77 mm; length and width of the labrum spot: 0.50:0.37 mm; mandibles showing exactly the same size as the left gynander mandible (1.63 mm). Other head characteristics and mesosomal and metasomal morphological characteristics of the normal male are in accordance with Nemésio (2009).

Discussion

Considering the three main categories of gynandromorphy reviewed by Michez et al. (2009) the gynandromorph described in this study belongs to the mosaic category, since male and female characteristics are distributed patchily (Figures 1-15). Nevertheless, a predominance of female tissues can be noticed in the gynander, mainly throughout the meso- and metasoma, except for the three legs that display male characters on the left side of mesosoma. According to the categorization proposed by Dalla Torre and Friese (1899), the specimen of *E. iopoecila* here described belongs to the *mixed class*, since it shows partial bilateral

asymmetry in the head, irregular parts of both sexes in the mesosoma with prevalence of female characteristics, and female features in the metasoma. Similar descriptions of gynanders can be found elsewhere, including different species of bees (Tsuneki, 1975; Urban, 1999; González, 2004; Wcislo et al., 2004; Lucia et al., 2009). Actually, among gyandromorphic bees the *mixed* type is highly prevalent, representing the majority of cases reported in the literature (Wcislo et al., 2004).

Bees and other Hymenoptera are haplodiploid insects. In these insects the common mode of reproduction is arrhenotoky, with haploid males arising from unfertilized eggs and diploid females from fertilized eggs (Cook, 1993). It has been recently proposed that mosaic (or mixed) gynanders such as the one described here may be the immediate outcome of some independent chromosomal aberration or elimination or due to differences in CSD expression within distinct embryonic tissues during the development of the embryo (Michez et al., 2009).

In the literature there are few reports on the behavior of wild gynander bees under natural conditions (Wcislo et al., 2004; Michez et al., 2009). The two aforementioned studies report that observed gynanders exhibited “female behavior” under natural conditions. The current study is the first recorded instance of a gynandromorph displaying “male behavior”, since only male euglossine bees are attracted to chemical baits. Interestingly, during the survey there was nothing different about the flight or scent collection behavior of the gynandromorph indicating that it was an abnormal individual. A similar finding was also reported by Wcislo et al. (2004), who observed that the gynandromorph behaved like a normal female in nature. According to Michez et al. (2009), observations of gynander behavior provide additional insights into how teratological individuals behave under natural conditions. Thus, the results presented here should contribute to a better understanding of how these rare and strange organisms behave in nature. Nevertheless, further genetic studies are certainly necessary to reveal how male and female characteristics can be expressed in the same individual and which intrinsic genetic mechanisms are involved in the development of such an organism.

Acknowledgments

We thank André Nemésio for identifying the specimen of *Euglossa ipoecila* analyzed. The photos of the gynandromorph *E. ipoecila* were taken by

Ronaldo Ronan Rufino. This study was supported by grants from Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) and CAPES (Procad no. 158/2007). D.C. Giangarelli received fellowship from CAPES. We are also grateful to the anonymous referees, which deeply contributed with valuable comments and suggestions.

References Cited

- Aguiar, W. M., and M. C. Gaglianone. 2008.** Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. *Neotrop. Entomol.* 37:118-125.
- Akre, R. D., E. P. Catts, R. S. Zachs, and E. C. Klostermeyer. 1982.**
Gynandromorphs of *Megachile rotundata* (Fab.) (Hymenoptera: Megachilidae). *Entomol. News* 93: 85-94.
- Cameron, S. A. 2004.** Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Entomol.* 49: 377-404.
- Celary, W., and B. Wisniowski. 2001.** An interesting case of gynandromorphism in *Andrena helvola* (L., 1758) (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). *Folia Biol.* 49: 291-293.
- Cook, J. M. 1993.** Sex determination in the Hymenoptera: a review of models and evidence. *Heredity* 71: 421-435.
- Dalla Torre, K. W., and H. Friese. 1899.** Die hermaphroditen und gynandromorphen Hymenopteren. *Ber. Nat. Med. Ver. Innsbruck* 24: 1-96.
- Dodson, C. H., R. L. Dressler, H. G. Hills, R. M. Adams, and N. H. Williams. 1969.**
Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164: 1243-1249.
- Dressler, R. L. 1978.** An infrageneric classification of *Euglossa*, with notes on some features of special taxonomic importance (Hymenoptera: Apidae). *Rev. Biol. Trop.* 26: 187-198.
- Engel, M. S. A. 2007.** Lateral gynandromorph in the bee genus *Thyreus* and the sting mechanism in the Melectini (Hymenoptera: Apidae). *Am. Mus. Nat. Hist.* 3553: 1-11.
- González, V. H. 2004.** A gynandromorph of *Megachile* (Austromegachile) *Montezuma* Cresson (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae). *Entomotropica* 19: 155-156.
- Lucia, M., A. H. Abrahamovich, and L. J. Alvarez. 2009.** A Gynandromorph of *Xylocopa nigrocincta* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop. Entomol.* 38: 155-157.
- Michener, C. D. 2000.** *The Bees of the World.* John Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Michez, D., P. Rasmont, M. Terzo, and N. J. Vereecken. 2009.** A synthesis of gynandromorphy among wild bees (Hymenoptera: Apoidea), with an annotated description of several new cases. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 45: 365-375.

- Nemésio, A. 2009.** Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa* 2041: 1-242.
- Oliveira, F. F., and M. A. P. Andrade. 2006.** Ginandromorfia em *Melipona mondury* Smith (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Sitentibus* 6: 272-276.
- Pearson, D. L., and R. L. Dressler. 1985.** Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Perú. *J. Trop. Ecol.* 1, 37–54.
- Pereira, R. A. S., A. P. Prado, and F. Kjellberg. 2004.** Gynandromorphism in pollinating fig wasps (Hymenoptera: Agaonidae). *Entomol. News* 114: 153-155.
- Roubik, D. W., and J. D. Ackerman. 1987.** Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia* 73: 321-333.
- Roubik, D. W., and P. H. Hanson. 2004.** Orchid bees of tropical America: biology and field guide. INBio Press, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Tsuneki, K. 1975.** A partial gynandromorph appeared in the cuckoo bee *Nomada* sp. (Hymenoptera, Apidae). *Kontyû* 43: 173-180.
- Urban, D. 1999.** Ginandromorfia em *Alloscirtetica brethesi* (Joergensen) (Hymenoptera, Anthophoridae). *Rev. Bras. Zool.* 16(1): 171 -173.
- Wcislo, W. T., V. H. Gonzalez, and L. Arneson. 2004.** A review of deviant phenotypes in bees in relation to brood parasitism, and a gynandromorphy of *Megalopta genalis* (Hymenoptera: Halictidae). *J. Nat. Hist.* 38: 1443-1457.



Figure Captions

Figures. 1–16 – *Euglossa iopoecila*, gynandromorph. 1, lateral view (right side); 2, lateral view (left side); 3, frontal view of head; 4, detail of clypeus, labrum and mandibles; 5, scutellum with a scutellar tuft (like in female of this species); 6, front tarsi with brushes; 7, foreleg without tarsal brushes (right side); 8, mesotibia with velvet area and basal and distal tufts (left side); 9, mesotibia (right side); 10, hindtibia (metatibia) with an incomplete and deformed slit (left side); 11, hindtibia with corbicula (right side); 12 and 13, inner surface of the hindtibia and basitarsus, left and right, respectively; 14 and 15, detail of base of the left and right basitarsus (inner surface), showing the absence and presence of rastellum, respectively; 16, dorsal view of abdomen (metasoma).

5 ARTIGO C

**FIRST RECORD OF THE ORCHID BEE *EUGLOSSA VIRIDIS* (PERTY)
(HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI) FROM PARANÁ STATE, SOUTHERN
BRAZIL**

Giangarelli DC; Sofia SH.

**FIRST RECORD OF THE ORCHID BEE *EUGLOSSA VIRIDIS* (PERTY)
(HYMENOPTERA, APIDAE, EUGLOSSINI) FROM PARANÁ STATE, SOUTHERN
BRAZIL**

Running title: First record of the *Euglossa viridis* from Southern Brazil

Giangarelli DC¹; Sofia SH^{1*}.

Euglossa viridis (Perty, 1833) is an orchid bee species with geographic distribution ranging from the Amazon Basin to the Atlantic Forest (Nemésio, 2009). In the Atlantic Forest this species is known to occur only in rainy coastal forests in the states of Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro and São Paulo, having its southernmost distributional limit recorded to 23° S latitude. However, since males of *E. viridis* are rarely attracted to synthetic chemical baits, information about geographic distribution of this species is still deficient (Nemésio, *op cit.*).

Considering that the correct information about species' distributional ranges is important both for biogeographic approaches and conservation measures, this study aimed to provide new data about *E. viridis* distribution occurrence throughout Atlantic Forest Domains.

Samplings were carried out from April 2009 to March 2010, from 10:00 a.m. to 1:00 p.m. During the survey, males of *E. viridis* were collected with entomological net after being attracted to chemical baits of eugenol, eucalyptol, beta-ionone, methyl salicylate and benzyl benzoate; eugenol was the most attractive chemical, responsible for 46.2% of the *E. viridis* males captured in the study area.

In this study we present the first record to *E. viridis* in Paraná state, southern Brazil, expanding by about 300 km southwards the known geographic

¹ Laboratório de Genética e Ecologia Animal, Depto. Biologia Geral, CCB, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, CP 6001, 86051-990, Londrina, PR, Brasil.

^{1*} Laboratório de Genética e Ecologia Animal, Depto. Biologia Geral, CCB, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, CP 6001, 86051-990, Londrina, PR, Brasil. Phone: +55 43 33714437, Fax: +55 43 33714207 e-mail: shsofia@uel.br

distribution of this species in Atlantic Forest Domain Thirteen males of *E. viridis* were collected in a well preserved Atlantic Rainforest remnant (Reserva Natural Salto Morato/RNSM) of about 2300 ha, located in the district of Guaraqueçaba, on the northern coast of Paraná (25°09'-25°11'S and 48°16'-48°20'W). The local climate is classified as Af (Köppen), tropical super humid, without a dry season or the occurrence of frost, with mean annual rainfall varying from 2000 to 3000 mm and mean temperatures above 22 °C and 18 °C in the warmest and coldest months, respectively (IAPAR, 1978).

To date, the southern limit of geographic distribution of *E. viridis* was the Ubatuba region (southeastern Brazil), which has been designated as the southern distributional limit for other euglossine species as well (Nemésio, 2009).

E. viridis has been recognized as morphologically similar to the Central American *Euglossa cyanura* Cockerell, 1917 and *Euglossa (Euglossella) jacquelynae* Nemésio, 2007 from Central Brazil (Nemésio, 2007). In his recent illustrative essay on orchid bees from the Atlantic Forest, this author reports that

E. jacquelynae has only been recorded from the westernmost limits of the Atlantic Forest Domain, whereas *E. viridis*, as previously mentioned, is a euglossine species usually found in coastal forests of this ecosystem (Nemésio, 2009). This new record of *E. viridis* in Paraná clearly contributes to a better understanding of distributional occurrence of this species and to future biogeographic approaches to euglossine fauna.

Acknowledgments -We would like to express our thanks to Dr André Nemésio for helping identify the specimens of *Euglossa viridis* and for reading the first manuscript draft. This research was made possible by funds from Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) and Fundação CAPES (Procad no. 158/2008). D.C. Giangarelli acknowledges CAPES for his scholarship.

References

IAPAR (Fundação Instituto Agronômico do Paraná), 1978. *Cartas climáticas básicas do estado do Paraná*. IAPAR, Londrina. 41 p.

NEMÉSIO, A., 2007. Three new species of *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae) from Brazil. *Zootaxa*, vol. 1547, p. 21-31.

NEMÉSIO, A., 2009. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa*, vol. 2041, p. 1-242.

CONCLUSÕES

- A riqueza amostrada na Reserva Natural Salto Morato se mostrou elevada, tendo em vista a baixa riqueza de Euglossini esperada para áreas da região sul do Brasil.
- As comunidades de Euglossini da área de FES e FOD mostraram uma maior atividade durante os meses de maiores médias térmicas, com poucas espécies mostrando picos de atividades peculiares evidentes.
- Eugenol foi a essência mais atrativa, porém um maior número de espécies foram atraídas ao Eucaliptol, contudo todas as essências utilizadas no presente estudo se mostraram atrativas, sendo recomendadas em trabalhos que visam a atração de machos Euglossini.
- Nesse trabalho ocorreu o primeiro registro de *E. viridis* no Paraná, espécie que só tinha ocorrência aos estados de Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo.
- Este estudo possibilitou o primeiro relato na literatura de uma abelha ginandromorfa pertencente à tribo Euglossini.
- Os resultados obtidos reforçam a importância de estudos em áreas que tem sua fauna de Euglossini pouco conhecidas, pois tais estudos podem revelar padrões distintos de abundância para algumas espécies, ampliar o conhecimento sobre a distribuição de algumas espécies e contribuir com informações que auxiliam na conservação de comunidades como um todo.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, J.D. Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in Central Panama. **Ecology**, v.64, p.274-283, 1983a.
- ACKERMAN, J.D. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.20, p.301-314, 1983b.
- ACKERMAN, J.D. Geographic and seasonal variation in fragrance choices and preferences of male euglossine bees. **Biotropica**, v.21, p.340-347, 1989.
- AGUIAR, W.M.; GAGLIANONE, M.C. Comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, p.118-125, 2008.
- AKRE, R.D.; CATTS, E.P.; ZACHS, R.S.; KLOSTERMEYER, E.C. Gynandromorphs of *Megachile rotundata* (Fab.) (Hymenoptera: Megachilidae). **Entomology News**, v.93, p.85-94, 1982.
- ALVARENGA, P.E.F.; FREITAS, R.F.; AUGUSTO, S.C. Diversidade de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de cerrado do Triângulo Mineiro, MG. **Bioscience Journal**, 23 Supplement v.1, p.30-37, 2007.
- ANJOS-SILVA, E.J.; REBÊLO, J.M.M. A new species of *Exaerete* Hoffmannsegg (Hymenoptera: Apidae: Euglossinae) from Brazil. **Zootaxa**, v.1105, p.27-35, 2006.
- ARMBUSTER, W.S. Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male Euglossine bees: possible causes and implications. **Biotropica**, v.25, p.122-128, 1993.
- AUGUSTO, S.C.; GARÓFALO, C.A. Nesting biology and social structure of *Euglossa* (*Euglossa*) *townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux**, 51, 400-409. 2004.
- AUGUSTO, S.C.; GARÓFALO, C.A. Bionomics and sociological aspects of *Euglossa fimbriata* (Apidae: Euglossini). **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.535-538, 2009.
- BECKER, P.; MOURE, J.S.; PERALTA, F.J.A. More about euglossini bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v.23, p.586-591, 1991.
- BEZERRA, C.P.; MARTINS, C.F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera; Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, p.823-825, 2001.
- BONILLA GÓMEZ, M.A. **Caracterização da estrutura espaço-temporal da comunidade de abelhas euglossinas (Hymenoptera, Apidae) na Hiléia Baiana**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 153p. 1999.

- BRITO, C.M.S.; RÊGO, M.M.C. Community of male euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v.61, p.631-638, 2001.
- BÚRQUEZ, A. Distributional limits of euglossine and meliponine bees (Hymenoptera: Apidae) in northwestern Mexico. **Pan-Pacific Entomology**, v.73, p.137-140, 1997.
- CÂMARA, I.G. Brief history of conservation in the Atlantic forest. In: C. GALINDO-LEAL & I.G. CÂMARA (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. pp. 31-42. Center for Applied Biodiversity Science, Island Press, Washington. D.C. 2003.
- CAMERON, S.A. Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review Entomology**, v.49, p.377-404, 2004.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica Uma rede pela floresta**, Brasília: RMA, 334p, 2006.
- CELARY, W.; WISNIOWSKI, B. An interesting case of gynandromorphism in *Andrena helvola* (L., 1758) (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). **Folia Biologica**, v.49, p.291-293, 2001.
- COLWELL, R. K. **Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8. URL <http://www.purl.oclc.org/estimates>, 2006.
- COOK, J. M. Sex determination in the Hymenoptera: a review of models and evidence. **Heredity**, v.71, p.421-435, 1993.
- CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; PÁDUA, C.V. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. UFPR. Curitiba, PR. 661p. 2003.
- DALLA TORRE, K.W.; FRIESE, H. Die hermaphroditen und gynandromorphen Hymenopteren. **Ber Nat Med Ver Innsbruck**, v.24, p.1-96, 1899.
- DIAS, F.V. **Ocorrência de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no centro-sul do Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa/UNICENTRO, 2010.
- DODSON, C.H.; HILLS, H.G. Gas chromatography of orchid fragrances. **American Orchid Society Bulletin**, v.35, p.720-725, 1966.
- DODSON, C.H.; DRESSLER, R.L.; HILLS, H.G.; ADAMS, R.M.; WILLIAMS, N.H. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, v.164, p.1243-1249, 1969.
- DRESSLER, R.L. Pollination by euglossine bees. **Evolution**, v.22, p.202-210, 1968.
- DRESSLER, R. L. An infrageneric classification of Euglossa, with notes on some features of special taxonomic importance (Hymenoptera: Apidae). **Revista de Biologia Tropical**, v.26, p.187-198, 1978.

DRESSLER, R.L. Biology of orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, p.373-394, 1982a.

DRESSLER, R.L. New species of *Euglossa* II. (Hymenoptera: Apidae). **Revista Biologia Tropical**, v.30, p.121-129, 1982b.

ENGEI, M.S.A. Lateral gynandromorph in the bee genus *Thyreus* and the sting mechanism in the Melectini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum of Natural History**, v.3553, p.1-11, 2007.

ESSINGER, L.N. **Euglossini (Apidae, Hymenoptera) no sul de Santa Catarina**. Dissertação de mestrado, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 65p. 2005.

FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H.; MARTINS, C.F. Composição e Sazonalidade de Espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Mata e Duna na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology**, v.37, p.253-258, 2008.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. orgs. Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p.3-11. IBGE. **Manual técnico da vegetação Brasileira**, 91p, 1992.

GARÓFALO, C.A.; CAMILO, E.; SERRANO, J.C.; REBÊLO, J.M.M. (1993) Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, p.177-187, 1993.

GIANGARELLI, D.C.; FREIRIA, G.A.; COLATRELI, O.P.; SUZUKI, K.M.; SOFIA, S.H. Assembléias de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de seis fragmentos florestais no norte do Paraná. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia**, Curitiba, 2008.

GIANGARELLI, D.C.; FREIRIA, G.A.; COLATRELI, O.P.; SUZUKI, K.M.; SOFIA, S.H. *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an Orchid Bee Apparently Sensitive to Size Reduction in Forest Patches. **Neotropical Entomology**, v.38, p.1-6, 2009.

GIANGARELLI, D.C.; SOFIA, S.H. First record of the orchid bee *Euglossa viridis* (Perty) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) from Paraná State, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 2011.

GONZÁLEZ, V. H. A gynandromorph of *Megachile* (Austromegachile) *Montezuma* Cresson (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae). **Entomotropica** v.19, p.155-156, 2004.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletrônica**, v.4, 9p. 2001.

HINOJOSA-DÍAZ, I.A.; FERIA-ARROYO, T.P.; ENGEL, M.S. Potential distribution of orchid bees outside their native range: The cases of *Eulaema polychroma* (Mocsáry)

and *Euglossa viridissima* Friese in the USA (Hymenoptera: Apidae). **Diversity and Distributions Journal**. v.15, p.421-428, 2009.

IAPAR, FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 41p, 1978.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, DEDIT/CCDI, 92p, 1992.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal**. IBGE. Rio de Janeiro, 2005.

ISA.; RMA.; SNE. Dossiê Mata Atlântica: **Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica**. São Paulo, 409p, 2001.

JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, v.171, p.203-205, 1971.

JANZEN, D.H.; DE VRIES, P.J.; HIGGINS, M.L.; KIMSEY, L.S. Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. **Ecology**, v.63(1), p.66-74, 1982.

JOLY, C.A.; LEITÃO-FILHO, H.F.; SILVA, S.M. **O patrimônio florístico -The floristic heritage**. In: I.G. Câmara. (Ed.), *Mata Atlântica -Atlantic Rain Forest*. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, Sao Paulo. p.96-107, 1991.

KLABIN. Home page: <http://www.klabin.com.br/>, 2007.

KIMSEY, L.S. Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). **Systematic Entomology**, v.12, p.63-72, 1987.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O Uso de Diferentes Métodos para Amostragem da Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um Estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.37, p.265-278, 2008.

LOPES, A.V.; MACHADO, I.C.; AGUIAR, A.V.; REBÊLO, J.M.M. A scientific note on the occurrence of Euglossini bees in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v.38, p.472-473, 2007.

LUCIA, M.; ABRAHAMOVICH, A.H.; ALVAREZ, L.J. A Gynandromorph of *Xylocopa nigrocincta* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology**, v.38, p.155-157, 2009.

LUNAU, K. Evolutionary aspects of perfume collection in male Euglossine bees (Hymenoptera) and of nest deception in bee-pollinated flowers. **Chemoecology** v.3, p.65-73, 1992.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 450p, 1981.

MANUAL DE PESQUISA RNSM. **Reserva Natural Salto Morato. Orientações Para Pesquisa Na Reserva Natural Salto Morato.** 6p, 2006.

MARTINS, A.C.; MELO, G.A.R. Has the bumblebee *Bombus bellicosus* gone extinct in the northern portion of its distribution range in Brazil? **Journal of Insect Conservation**, v.14, p.207-210, 2010.

MELO, G.A.R. "Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera): with emphasis on the crabronid wasps. **Natural History Museum of the University of Kansas**, v.14, p.1-51, 1999.

MELO, G.A.R.; GONÇALVES, R.B. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.153-159, 2005.

METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; DIXO, M.; BERNACCI, L.C.; RIBEIRO, M.C.; TEIXEIRA, A.M.G.; PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v.142, p.1166–1177, 2009.

MICHENER, C.D. **The social behaviour of the bees. A comparative study.** Cambridge, Belknap Press, 404p, 1974.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World.** Baltimore, John Hopkins University Press, 913p, 2000.

MICHENER, C.D, **The Bees of the World**, second edition, 917p, 2007.

MICHEZ, D.; RASMONT, P.; TERZO, M.; VEREECKEN, J.N. A synthesis of gynandromorphy among wild bees (Hymenoptera: Apoidea), with an annotated description of several new cases. **Annales de la Société Entomologique de France**, v.45, p.365-375, 2009.

MILET-PINHEIRO, P.; SCHLINDWEIN, C. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monocultures ? **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.853-858, 2005.

MINCKLEY, R.L.; REYES, S.G. Capture of the Orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.69, p.102-104, 1996.

MIRETZKI, M. Morcegos do Estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.43 p.101-138, 2003.

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; DA FONSECA, G.A.B. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions.** Mexico City (Mexico): CEMEX. 18p, 2004.

- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. CI, Fund. SOS Mata Atlântica, Fund. Biodiversitas, IPE, SEMA-SP, SEMAD/IEF-MG, MMA/SBF. Brasília. 40p, 2000.
- MOLDENKE, A.R. Niche specialization and species diversity along a California transect. **Oecologia**, v.21, p.219-242, 1975.
- MORATO E.F.; CAMPOS, L.A.O. & MOURE, J.S. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia central. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.36, p.767-771, 1992.
- MORRELATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest, **Biotropica**, v.32, p.786–792, 2000.
- MOURA, D.C.; SCHLINDWEIN, C. Mata Ciliar do Rio São Francisco como Biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de Florestas Tropicais Úmidas. **Neotropical Entomology**, v.38, p.281-284, 2009.
- MOURE, J.S. The Central American species of *Euglossa* subgenus *Glossura* Cockerell, 1917 (Hymenoptera, Apidae). **Revista de Biologia Tropical**, v.15, p.227-247, 1969.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. Bees, pollination systems and plant diversity. In **Hymenoptera and Biodiversity**, eds. J. LaSalle, I.D. Gauld, p.143-147. C-A-B International, Wallingford, 1993.
- NEMÉSIO, A. **Composição e riqueza em espécies e densidade populacional de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) de remanescentes florestais de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil. 154p, 2004.
- NEMÉSIO, A. *Euglossa anodorhynchi* sp. n. (Hymenoptera: Apidae), a new orchid bee from Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.206-209, 2006.
- NEMÉSIO, A. Three new species of *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae) from Brazil. **Zootaxa**, v.1547, p.21-31, 2007.
- NEMÉSIO, A. Orchid bee community (Hymenoptera, Apidae) at an altitudinal gradient in a large forest fragment in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.10, p.249-256, 2008.
- NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa**, v.2041, p.1-242, 2009.
- NEMÉSIO, A.; MORATO, E.F. Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of the Humaitá Reserve, Acre state, Brazilian Amazon, with comments on bait trap efficiency. **Revista de Tecnologia Ambiental**, v.10, p.71-80, 2004.

- NEMÉSIO, A.; MORATO, E.F. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. **Lundiana**, v.7, p.59-64, 2006.
- NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.35, p.313–323, 2006.
- NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.186–191, 2007.
- NEVES, E.L.; VIANA, B.F. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.14, p.831-837, 1997.
- NEVES, E. L.; VIANA, B.F. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das matas ciliares da margem esquerda do médio rio São Francisco, Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v.28, p.201-210, 1999.
- OLIVEIRA, M.L.; CAMPOS, L.A.O. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.12, p.547-556, 1995.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v.32, p.793-810, 2000.
- OLIVEIRA, F.F.; ANDRADE, M.A.P. Ginandromorfia em *Melipona mondury* Smith (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Sitientibus**, v.6, p.272-276, 2006.
- OTERO, J.T.; ULLOA-CHACÓN, P.; SILVERTONE-SOPKIN, P.; GIRAY, T. Grouping nesting and individual variation in behavior and physiology in the orchid bee *Euglossa nigropilosa* Moure (Hymenoptera, Apidae). **Insectes Sociaux**, v.55, p.320-328, 2008.
- PALMA, S. Contribución al estudios de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos, in: II Simpósio Latioamericano sobre Oceanografía Biológica, Univ. D' Oriente, Venezuela 2, p.119-133, 1975.
- PARRA, A.; OSPINA-TORRES, R.; RAMÍREZ, S. *Euglossa natesi* n. sp., a new species of orchid bee from the Chocó region of Colombia and Ecuador (Hymenoptera: Apidae). **Zootaxa**, v.1298, p.29-36, 2006.
- PEARSON, D. L.; DRESSLER, R.L. Two year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru. **Journal Tropical Ecology**, v.1, p.37-54, 1985.
- PEREIRA, R.A.S.; PRADO, A.P.; KJELLBERG, F. Gynandromorphism in pollinating fig wasps (Hymenoptera: Agaonidae). **Entomology News**, v.114, p.153-155, 2004.

- PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M.; LISBOA, L.C.O. As abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p.101-118, 1999.
- RAMALHO A.V.; GAGLIANONE, M.C.; OLIVEIRA, M.L. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, p.95-101, 2009.
- RAMÍREZ, S. *Euglossa paisa*, a new specie of orchid bee from the Colombian Andes (Hymenoptera: Apidae). **Zootaxa**, v.1065, p.51-60, 2005.
- RAMÍREZ, S.; DRESSLER, R.L.; OSPINA, M. Abejas euglossinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con nota sobre su biología. **Biota Colombiana**, v.3, p.7-188, 2002.
- RAMÍREZ, S.R.; ROUBIK, D.W.; SKOV, C.; PIERCE, N.E. Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v.100, p.552-572, 2010.
- REBÊLO, J.M.M. **História Natural das Euglossíneas. As abelhas das orquídeas**. São Luís. Lithograf Editora, 152p, 2001.
- REBÊLO, J.M.M.; CABRAL, A.J.M. Abelhas *Euglossinae* de Barreirinhas, zona do litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazonica**. v.27, p.145-152, 1997.
- REBÊLO, J.M.M.; GARÓFALO, C.A. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.51, p.787-799. 1991.
- REBÊLO, J. M. M.; GARÓFALO, C. A. Comunidades de machos de euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do noroeste do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.243-255, 1997.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; FANDINÕ-MARINÕ, H.; ROCHA, V.J. **Mamíferos da Fazenda Monte Alegre -Paraná**. Eduel, 177p, 2005.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, p.1141-1153, 2009.
- RIZZINI, C.T. A flora do cerrado. Análise florística das savanas centrais. In: RIZZINI, C. T. (Ed.). **Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo: EDUSP. p.127-177, 1963.
- ROCHA, V.J.; MACHADO, R.A.; FILIPAKI, S.A.; FIER, I.S.N. A biodiversidade a Fazenda Monte Alegre da Klabin S/A no estado do Paraná. **Anais VIII congresso Florestal Brasileiro**, São Paulo, v.2, p.1-12, 2003.
- ROUBIK, D.W., ARCKEMAN, J.D. Long-term of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panamá. **Oecologia**, v.73, p.321-333, 1987.

ROUBIK, D.W., HANSON, P.H. **Abejas de orquídeas de la América tropical. Biología y guía de campo (Orchid bees of Tropical América) Biology and field guide.** Heredia, Costa Rica: INBio Press, 370p, 2004.

SCHEER, M.B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C.; MOCOCHINSKI, A.Y.; CAVASSANI, A.T.; LORENZETTO, A.; PUTINI, F. Patterns of litter production in a secondary alluvial Atlantic Rain Forest in southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, p.805-817, 2009.

SILVA, O.; REGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C. Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. **Neotropical Entomology**, v.38, p.186-196, 2009.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B.; **Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação.** Ministério do Médio Ambiente PROBIO-PNUD. Fundação Araucária. Belo Horizonte, Brasil, 254p, 2002.

SINGER, R.B.; KOEHLER, S. Notes on the pollination of *Notylia nemorosa* (Orchidaceae: Oncidiinae): Do pollinators necessarily promote cross-pollination? **Journal of Plant Research** (Japan). v.116, p.19-25, 2003.

SOFIA, S.H.; SUZUKI, K.M. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no Sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, v.33, p.693-702, 2004.

SOFIA, S.H.; SANTOS, A.M.; SILVA, C.R.M. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. **Iheringia**, v.94, p.217-222, 2004.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica, período 2000 a 2005**, São Paulo, 157p, 2008.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas Dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2008-2010**, São Paulo, 60p, 2010.

SOUZA, A.K.P.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; MARTINS, C.F. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.320-325, 2005.

STORCK-TONON, D.; MORATO, E.M.; OLIVEIRA, M.L. Fauna de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Amazônia Sul-Occidental, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v.39, p.693-706, 2009.

TABARELLI, M.; PINTO, L.P.; SILVA, J.M.C.; HIROTA, M.M.; BEDÊ, L.C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, 1:1, 2005.

TONHASCA, A.Jr. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**, Editora Interciência, 197p, 2005.

- TSUNEKI, K. A partial gynandromorph appeared in the cuckoo bee *Nomada* sp. (Hymenoptera, Apidae). **Kontyû**, v.43, p.173-180, 1975.
- URBAN, D. Ginandromorfia em *Alloscirtetica brethesi* (Joergensen) (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p.171-173, 1999.
- VELOSO, H.P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira -classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL, **Série Vegetação**, v.1, p.1-80, 1982.
- VELOSO, H.P.; FILHO, A.L.R.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**, 124p, 1991.
- VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P.; NEVES, E.L. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, p.539-545, 2002.
- WCISLO, W.T.; GONZALEZ, V.H.; ARNESON, L. A review of deviant phenotypes in bees in relation to brood parasitism, and a gynandromorphy of *Megalopta genalis* (Hymenoptera: Halictidae). **Journal of Natural History**, v.38, p.1443-1457, 2004.
- WILLIAMS, N.H.; WHITTEN, W.M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. **Biological Bulletin**, v.164, p.355-395, 1983.
- WITTMAN D.; HOFFMANN, M.; SCHOLZ, E. Southern distributional limits of euglossine bees in Brazil linked to habitats of the Atlantic – and subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). **Entomologia Generalis**, v,14, p.53-60, 1988.
- ZANELLA, F.C.V. **Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga**. In G. A. R. Melo & I. Alves-dos-Santos, Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESCO, Criciúma, 2003.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 3th ed. McElroy, W.D., Swanson, C.P (eds.). New Jersey, USA, Prentice-Hall INC, Englewood Cliffs, 662p, 1996.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F.; CAMARGO, J.M.F. Biological observations on a neotropical parasocial bee *Eulaema nigrita*, with a review of the biology of Euglossinae. A comparative study. **Journal of Faculty Science Hokkaido University, Zoology**, v.17, p.271-380, 1969.