



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIA CECILIA FIORDOLIVA FERRONATO

**COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI
(HYMENOPTERA: APIDAE) EM REMANESCENTES DE
MATA ATLÂNTICA E ÁREAS REFLORESTADAS**

MARIA CECILIA FIORDOLIVA FERRONATO

**COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI
(HYMENOPTERA: APIDAE) EM REMANESCENTES DE
MATA ATLÂNTICA E ÁREAS REFLORESTADAS**

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: Prof^a Dr^a Silvia Helena Sofia.

Londrina
2014

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

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F396c Ferronato, Maria Cecília Fiordoliva.
Comunidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes
de Mata Atlântica e áreas reflorestadas / Maria Cecília Fiordoliva Ferronato.
– Londrina, 2014.
67f. : il.

Orientador: Sílvia Helena Sofia.
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Abelha – Espécies – Mata Atlântica – Teses. 2. Hymenoptera – Teses.
3. Biodiversidade – Teses. 4. Reflorestamento – Teses. I. Sofia, Sílvia Helena.
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa
de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 595.799

MARIA CECILIA FIORDOLIVA FERRONATO

**COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI (HYMENOPTERA:
APIDAE) EM REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA E ÁREAS
REFLORESTADAS**

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

Orientadora: Prof. Dra. Silvia Helena Sofia
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Solange Cristina Augusto
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 20 de março de 2014.

“Sonho que se sonha só, é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade”

**“ Coragem, coragem, se o que você quer é aquilo que pensa e faz coragem ,
coragem eu sei que você pode mais... muito mais!!”**

Raul Seixas

AGRADECIMENTOS

À minha pequena grande família: (mãe, vó Cida, Bebel, Tio Zé e Tia Sandra, Tia Vera, Rita, João, Tia Tereza, Bi, Mi, Nicão e Alice pelo amor incondicional, apoio, e por serem a força que dá vontade de seguir em frente! Lutamos juntos, sempre!

À minha orientadora, Silvia Helena Sofia, por ter me apresentado ao mundo das abelhas, pela ajuda, sabedoria, amizade, disposição, paciência e por ter possibilitado o desenvolvimento deste trabalho e o meu crescimento em muitos sentidos. MUITO OBRIGADA Silvia!!

Aos amigos de laboratório Henrique, Douglas, Lais, Diogo, Eliza e Natália pela ajuda em campo. Obrigado Douglas pela ajuda fundamental com a estatística e identificação das abelhas! Agradeço também a todos do LAGEA I e II pela prontidão e ensinamentos, sempre!

Ao Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Londrina e à Universidade Estadual de Londrina pelo apoio estrutural.

Ao programa CAPES/PROCAD pelo apoio financeiro ao projeto.

Aos membros da banca, Prof. Dra. Silvia Helena Sofia, Prof. Dra. Solange Cristina Augusto e Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan, pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

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

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

À CAPES/PROCAD (158/2007) 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.

À minha patota paulistana: Dani, Dri, Rita, Bá, Bebel, Lu, Mofu e João e a todos os “bichosgrilo” por serem os amigos mais legais do mundo, e por estarem sempre comigo, mesmo que as vezes só na saudade! Sonhar junto com vocês é muito mais divertido!

À minha patota londrinense: Hele, Vê, Carol, Minas, Ju, Palha, Bruna, Carina, Perla, Piri, Mila, Yoko, Mari, enfim...a todos os amigos e agregados pelos anos mais divertidos e inesquecíveis da vida. O amor de cada um de vocês foi a conquista mais linda que Londrina me trouxe!

FERRONATO, Maria Cecília Fiordoliva. **Comunidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica e áreas reflorestadas.** 2014. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, 2014.

RESUMO

Foram estudadas as comunidades de abelhas Euglossini de quatro áreas remanescentes de Mata Atlântica e quatro áreas de reflorestamento próximas aos remanescentes, localizadas no norte do estado do Paraná, sul do Brasil: a) Alvorada (ALV) com 139,4 ha; b) Congonhas (CONG), com 119,8 ha; c) Primeiro de Maio (PM), com 65,4 ha e Parque Estadual “Mata dos Godoy” (PEMG), com 680 ha. Todas as áreas apresentam uma formação de Floresta Estacional Semidecidual, em diferentes estágios sucessionais. Nas amostragens machos de abelhas foram atraídos à iscas-odores de oito essências diferentes (eucaliptol, eugenol, vanilina, beta-ionona, salicilato de metila, acetato de benzila, benzoato de benzila e cinamato de metila). Em cada área de estudo, foram selecionados dois pontos de amostragem (A e B). Os machos atraídos pelas iscas foram amostrados com rede entomológica (ponto A) e por meio de armadilhas de garrafas plásticas (ponto B; distante cerca de 1 km do ponto A). As coletas foram realizadas mensalmente no período de setembro/2012 a abril/2013 e nos meses de outubro e novembro/2013, no horário das 10:00 às 14:00 h. Cada remanescente florestal e seu reflorestamento correspondente foram amostrados simultaneamente por dois coletores. Foi coletado um total de 435 machos de Euglossini, pertencentes aos gêneros *Euglossa* (346 machos, 7 espécies), *Eulaema* (42 machos, 1 espécie), *Exaerete* (14 machos, 1 espécie) e *Eufriesea* (33 machos, 1 espécie). Todas as áreas amostradas, exceto PM, apresentaram alto índice de similaridade entre as comunidades de Euglossini dos remanescentes e seus correspondentes reflorestamentos. Ainda, com exceção de PM, remanescentes e reflorestamentos correspondentes não mostraram diferenças significativas nas abundâncias e riquezas destas abelhas. Os resultados indicam que a maioria das espécies de Euglossini amostradas neste estudo é capaz de explorar, de forma similar, áreas reflorestadas e remanescentes florestais em busca de fragrâncias químicas.

Palavras chave: Diversidade. Reflorestamento. Euglossini. Mata Atlântica.

FERRONATO, Maria Cecília Fiordoliva. **Communities of Euglossini (Hymenoptera: Apidae) bees in remnants of native forests and reforested areas.** 2014. 67p. Master's (Dissertation in Biological Science) - Universidade Estadual de Londrina, 2014.

ABSTRACT

In the current work, we studied and compared the euglossine bee communities from four remnants of the Atlantic Forest and four adjacent reforested areas located in northern Paraná State, south of Brazil, namely: a) Alvorada (ALV) with 139.4 ha b) Congonhas (CONG), with 119.8 ha c) Primeiro de Maio (PM), with 65.4 ha and "Mata dos Godoy" State Park (PEMG), with 680 ha. All areas comprise semideciduous forest in different successional stages. In the samplings, the male bees were attracted to bait traps with eight different scents (eucalyptol, eugenol, vanillin, beta-ionone, methyl salicylate, benzyl acetate, benzyl benzoate and methyl cinnamate). Two locations (A and B) were selected in each study area. Male samples attracted to baits were collected with sweep nets (point A) and plastic bottle traps (points B and A about 1 km apart from each other). Sampling occurred monthly from September/2012 to April/2013 and in October and November/2013 from 10:00am to 14:00pm. Two collectors sampled simultaneously each forest remnant and its corresponding reforestation area. A total of 435 euglossine males of the genus *Euglossa* (346 males, 7 species), *Eulaema* (42 males, 1 species), *Exaerete* (14 males, 1 species) and *Eufriesea* (33 males, 1 species) were collected. All sampled areas, except PM, showed high similarity between the euglossine communities of the forest remnants and those of their corresponding reforestation areas. Furthermore, the remnants and corresponding reforestations showed no significant differences in the abundance and richness of bees, except for PM. The results indicate that most Euglossini species sampled in this study are able to explore both forest remnants and reforested areas in search of chemical fragrances.

Keywords: Diversity. Reforestation. Euglossini. Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Distribuição da Mata Atlântica pelos estados brasileiros e seus ecossistemas associados (FONTE: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2010)..... 18
- Figura 2** - Mapa do Brasil com decrementos de Floresta Atlântica ressaltados (FONTE: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013)..... 20
- Figura 3** - Mapa com os remanescentes de Mata Atlântica do estado do Paraná. (Fonte: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2013). 21
-
- #### 4 TRABALHO
- Figura 1** - Localização e tamanho (ha) dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual e idade dos reflorestamentos localizados nos municípios de Alvorada do Sul (ALV), Rancho Alegre (CONG), Primeiro de Maio (PM) e Londrina (PEMG), Estado do Paraná. 39
- Figura 2** - Imagens obtidas no Google Earth, indicando a localização e a distância dos pontos de amostragem nas três áreas remanescentes de FES (fragmentos) e correspondentes áreas de reflorestamento, em três municípios do norte do estado do Paraná, sul do Brasil (indicados em amarelo). (A) Remanescente (Fragmento) e reflorestamento pertencentes à Fazenda Alvorada no município de Alvorada do Sul; (B) Fragmento e reflorestamento da Fazenda Congonhas, município de Rancho Alegre e (C) Fragmento e reflorestamento da Fazenda Barra do Garça, no município de Primeiro de Maio. 41
- Figura 3** - i) esquema representando a disposição das iscas-odores de espera e ii) exemplo da disposição da isca-odor em campo; iii) esquema da armadilha confeccionada com garrafa plástica e vi) disposição da armadilha em campo. 44
- Figura 4** - Representação esquemática do delineamento amostral, indicando a distância entre os pontos de amostragem, dentro de uma mesma área de estudo. Em (A) são representadas as iscas-odores (a) e armadilhas com garrafas plásticas (b) na área de reflorestamento e em (B) o mesmo procedimento foi utilizado em cada fragmento

	florestal remanescente de Floresta Estacional Semidecidual.	45
Figura 5 -	Curvas de rarefação de espécies de Euglossini capturadas ao longo das seis amostragens nas oito áreas de estudo, incluindo as quatro áreas de remanescentes (REM) florestais de floresta estacional semidecidual e quatro áreas correspondes de reflorestamento (REF), localizadas no estado do Paraná, sul do Brasil. (ALV = Alvorada), CON = Congonhas, PM = Primeiro de Maio e PEMG = Parque estadual Mata dos Godoy). Para cada curva de rarefação, são também apresentadas as correspondentes curvas geradas pelos estimadores não paramétricos Jack 1(média) e Bootstrap (média).....	49
Figura 6 -	Número de machos das diferentes espécies de Euglossini atraídos aos diferentes tipos de fragrâncias nas oito áreas de estudo. Colunas da esquerda e direita correspondem às áreas de remanescentes florestais e reflorestamento, respectivamente. a) Remanescente e b) Reflorestamento de Alvorada; c) Remanescente e d) Reflorestamento de Congonhas; e) Remanescente e f) Reflorestamento de Congonhas; g) Remanescente e h) Reflorestamento do PEMG (Parque Estadual Mata dos Godoy). Observar que o número de machos (abundância) coletados em cada essência, representado no eixo y não estão em uma mesma escala.	63

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Espécies e abundâncias de machos de Euglossini coletados nas oito áreas de estudo, localizadas na região norte do estado do Paraná, sul do Brasil.50
- Tabela 2** - Abundância de indivíduos e número de espécies coletadas com rede entomológica e armadilhas de garrafa plástica em cada área de remanescente florestal e de reflorestamento amostradas. Nas diferentes colunas estão representadas as áreas remanescentes (REM) e as correspondentes áreas de reflorestamento (R), onde as coletas foram realizadas. ALV = Alvorada; CON = Congonhas; PM = Primeiro de Maio; PEMG = Parque Estadual Mata dos Godoy.....51
- Tabela 3** - Dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e a categoria (Ct) das espécies de Euglossini amostradas nas áreas de remanescente (REM) e de reflorestamento (R) de Alvorada do Sul (ALV), Congonhas (CON), Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) e Primeiro de Maio (PM), localizadas no estado do Paraná, sul do Brasil. *d= dominante, a= acessória, oc= ocasional; mf= muito frequente, f= frequente, pf= pouco frequente; C= comum, I= intermediária, R= rara. Para cada localidade são apresentados os resultados para as diferentes espécies em cada área de remanescente e de reflorestamento separadamente e também quando ambas as áreas foram agrupadas (REM+R). Também é apresentado o total combinado de indivíduos, de cada espécie, amostrado nas áreas remanescentes e suas respectivas áreas de reflorestamento.55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ABELHAS	12
1.1.1	Classificação do Grupo.....	12
1.1.2	A Tribo Euglossini: Descrição e Diversidade	12
1.1.3	A Importância dos Euglossini Como Polinizadores.....	14
1.2	A FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA COMO UMA AÇÃO DE RESGATE DA FAUNA E FLORA NATIVAS	16
1.2.1	Mata Atlântica: Caracterização e Importância	16
1.2.2	A Mata Atlântica na Atualidade.....	19
1.2.3	Fragmentação X Declínio de Polinizadores	21
1.2.4	A Restauração Ecológica Como Uma Ação de Resgate	23
1.3	O MONITORAMENTO DE REFLORESTAMENTOS ATRAVÉS DE GRUPOS FUNCIONAIS.....	24
2	OBJETIVOS	27
3	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	28
4	TRABALHO	34
1	INTRODUÇÃO	35
2	MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1	Áreas de estudo	37
2.1.1	<i>Parque Estadual “Mata dos Godoy” (PEMG)</i>	38
2.1.2	<i>Reservatório de Capivara</i>	38
2.2	Métodos de amostragem	42
2.2.1	<i>Período de amostragem</i>	42
2.2.2	<i>Amostragem com iscas-odores de espera</i>	42
2.2.3	<i>Amostragem com armadilhas de garrafas plásticas</i>	43
2.3	Delineamento amostral	44
2.4	Análise dos dados	45
3	RESULTADOS	47
4	DISCUSSÃO	56
5	CONCLUSÕES	62
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ABELHAS

1.1.1 Classificação do Grupo

As abelhas são insetos pertencentes à ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, divisão Aculeata (O'TOOLE & RAW, 1999). As fêmeas de Aculeata apresentam um acúleo ou ferrão, que constitui uma modificação do ovopositor nos grupos ancestrais (MICHENER, 2007). Juntamente com outros grupos, as abelhas estão reunidas dentro da superfamília Apoidea, que inclui sete famílias: Stenotritidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae e Apidae, com aproximadamente 700 gêneros e cerca de 20.000 espécies estimadas de abelhas (MICHENER, 2000).

Dentre estas diferentes famílias de abelhas, Apidae é mais diversificada em número de espécies e a mais comum das famílias de abelhas, com ampla distribuição em todos os continentes (SILVEIRA et al., 2002). Dentro das mais de 20 tribos de Apidae, quatro formam o clado das abelhas corbiculadas, constituído pelas tribos: Apini, Meliponini, Bombini e Euglossini. As fêmeas pertencentes a estas tribos apresentam uma modificação na perna posterior, denominada corbícula, responsável pelo transporte de pólen e outros materiais (ex. resina vegetal) (MICHENER, 1974, 2000; REBÊLO, 2001).

1.1.2 A Tribo Euglossini: Descrição e Diversidade

As abelhas da tribo Euglossini apresentam geralmente um tegumento de colorido metálico, língua bastante alongada, pernas altamente modificadas nos machos e hábitos variando de solitário a primitivamente eussocial (DRESSLER, 1982; AUGUSTO & GARÓFALO, 2011). São dotadas de uma capacidade de voo extremamente ágil, sendo capazes de voar grandes distâncias em florestas tropicais contínuas, caracterizando-se, portanto, como importantes polinizadores de muitas espécies vegetais nos neotrópicos (JANZEN, 1971).

Os Euglossini possuem uma distribuição tipicamente neotropical, ocorrendo desde o Sul da América do Norte até a Argentina, onde a maior

diversidade da tribo ocorre em baixas altitudes e em habitats florestais (MOURE, 1967; DRESSLER, 1982; NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007). Vale ressaltar, porém, que em 2005, Skov & Wiley capturaram machos de *Euglossa viridissima* Friese no estado da Flórida, EUA.

Esta tribo é representada por cerca de 230 espécies descritas, distribuídas em cinco gêneros: *Euglossa* Latreille, 1802 (116 espécies), *Eulaema* Lepeletier, 1841 (26 espécies), *Eufriesea* Cockerell, 1908 (61 espécies), *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825 (1 espécie) e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 (7 espécies) (MOURE et al., 2012).

O estudo ecológico das abelhas Euglossini teve início a partir da descoberta da atração dos machos deste grupo pelos compostos aromáticos sintéticos que mimetizam fragrâncias florais naturais (DODSON et al., 1969). Desde então, o uso de compostos empregados como iscas para a atração destes machos alavancaram e expandiram consideravelmente os levantamentos destas abelhas em diversas áreas dos neotrópicos, aumentando cerca de 50% as espécies descritas (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2006).

Os machos de Euglossini são frequentemente observados coletando compostos aromáticos de orquídeas, especialmente terpenos e sesquiterpenos que são secretados por regiões especializadas do labelo da flor (DONSON et al., 1969; DRESSLER, 1982; ROUBIK & HANSON, 2004), originando a denominação “abelhas-das-orquídeas” para o grupo. Além das orquídeas, machos de Euglossini visitam outras fontes para a coleta de compostos aromáticos (DRESSLER, 1982; CAPPELLARI & HARTER-MARQUES, 2010). As pernas dos machos de Euglossini são altamente adaptadas para coletar e armazenar estes compostos aromáticos. As tíbias apresentam estruturas com uma superfície interna grande, especializada no armazenamento destas fragrâncias (DODSON et al., 1969; ROUBIK & HANSON, 2004).

Acredita-se que a coleta de fragrâncias por parte dos machos de Euglossini ocorra para conversão em sinais químicos (feromônios), utilizados em comportamentos de corte (para atração sexual de fêmeas) (DRESSLER, 1982; CAMERON, 2004), ou territoriais (CAMERON, 2004; ELTZ et al., 2007). A coleta de fragrâncias pode ainda ter a função de agregação de outros machos (“leks”), facilitando a atração das fêmeas (DRESSLER, 1982). Os machos destas abelhas coletam as substâncias químicas de flores e outras fontes vegetais e não vegetais

por meio dos tufo de cerdas (“pelos”) tarsais e estocam na tíbia posterior (DRESSLER, 1982; ELTZ et al., 2007). Já as fêmeas do grupo provavelmente distinguem e selecionam os machos a partir da gama de substâncias aromáticas por eles coletadas. De acordo com esta afirmação, sugere-se que a complexidade de fragrâncias coletadas estaria expressando um melhor “fitness”, ou seja, uma maior aptidão por parte destes machos (CAMERON, 2004).

1.1.3 A Importância de Euglossini Como Polinizadores

As abelhas da tribo Euglossini são importantes polinizadores das florestas Neotropicais (DRESSLER, 1982), pois tanto machos como fêmeas deste grupo exploram uma grande diversidade de famílias vegetais para a coleta de recursos (ROUBIK & HANSON, 2004). Este grupo de abelhas constitui, muitas vezes, organismos-chave nos ecossistemas onde vivem.

Estima-se que mais de 200 gêneros de espécies vegetais, distribuídas em 69 famílias, a exemplo das famílias Amaryllidaceae, Apocynaceae, Araceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Gesneriaceae, Haemodoraceae, Iridaceae, Solanaceae e Theaceae, sejam visitadas por tais abelhas (JANZEN, 1971).

Entretanto, o grupo é primariamente conhecido por sua íntima relação com flores de Orchidaceae (DRESSLER, 1982). Nos neotrópicos cerca de 700 espécies desta família vegetal são visitadas por Euglossini e deste total 10% são polinizadas exclusivamente por machos destas abelhas (REBÊLO, 2001). Em razão desta íntima associação dos machos Euglossini e a família Orchidaceae, a tribo como um todo é popularmente reconhecida como abelhas das orquídeas (DRESSLER, 1982; CAMERON, 2004).

Além disso, como citado anteriormente, o grupo apresenta espécies com grande capacidade de voo, as quais são aptas a voar longas distâncias em florestas contínuas, e dessa maneira ganham um papel de destaque na polinização de espécies vegetais com distribuição esparsa (JANZEN, 1971).

Dessa forma, fragmentos que não sustentem uma fauna abundante e viável de Euglossini podem estar sujeitos a uma redução na riqueza de espécies vegetais, comprometendo a dinâmica de comunidades de plantas e do ecossistema na sua totalidade (POWELL & POWELL, 1987).

Cerca de 60 espécies de Euglossini ocorrem na Mata Atlântica

(NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007; NEMÉSIO, 2009), das quais 26 são consideradas endêmicas deste bioma severamente ameaçado. Algumas espécies deste importante grupo de abelhas são consideradas sensíveis aos impactos causados pelo desmatamento, fragmentação e perturbação de ambientes florestais, sendo, deste modo, apontadas como bioindicadores de qualidade ambiental (TONHASCA ET AL., 2003; SOFIA & SUZUKI, 2004; PARRA-H & NATES-PARRA, 2007; GIANGARELLI ET AL., 2009; NEMÉSIO, 2013). Em estudos realizados na Amazônia, por exemplo, a fragmentação de habitat evidenciou que em populações de abelhas das orquídeas algumas espécies se destacam como sendo menos tolerantes a perturbações antrópicas que outras (POWELL & POWELL, 1987; MORATO et al., 1992; MORATO, 1994). Ainda, Brosi (2009), estudando 22 fragmentos florestais de tamanhos distintos, verificou uma correlação significativa entre tamanho do fragmento florestal e a abundância deste grupo de abelhas. Além disto, algumas espécies parecem ser mais limitadas à mata, ao mesmo tempo em que a borda desta parece constituir uma barreira para várias espécies de Euglossini (MILET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2005).

Por outro lado, Brosi (2009) não encontrou correlação entre tamanho do fragmento e riqueza de espécies, sugerindo que a riqueza isoladamente não constitui um bom indicador para avaliar o efeito da fragmentação para abelhas Euglossini. De forma similar, Nemésio & Silveira (2006) também afirmam que a riqueza de Euglossini analisada isoladamente representa um fraco indicador de qualidade ambiental. Ao mesmo tempo, estes mesmos autores sugerem a presença e a abundância relativa de espécies em conjunto (= composição faunística) constituem uma medida mais informativa do efeito das condições ambientais sobre as comunidades de Euglossini.

Na contramão dos estudos que apontam as abelhas das orquídeas como possíveis bioindicadores da qualidade ambiental, alguns trabalhos têm revelado uma maior abundância destas abelhas em ambientes mais perturbados (RINCON et al., 1999; OTERO & SANDINO, 2003). Becker et al. (1991) também relataram uma menor abundância de Euglossini para áreas de floresta contínua na Amazônia, do que para fragmentos de 10 e 100 hectares na mesma região.

1.2 A FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA E A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA COMO UMA AÇÃO DE RESGATE DA FAUNA E FLORA NATIVAS

1.2.1 Mata Atlântica: Caracterização e Importância

A Mata Atlântica é considerada a segunda maior Floresta Tropical da América do Sul, sendo formada por um conjunto complexo de tipos florestais: Floresta Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude (Fig. 1). Ocupando toda a costa brasileira, ela interiorizava cerca de 100 km na região norte, alargando-se aproximadamente 500 km na região sul, 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), e penetrando também a oeste no Paraguai e ao sul da Argentina (IBGE, 2005).

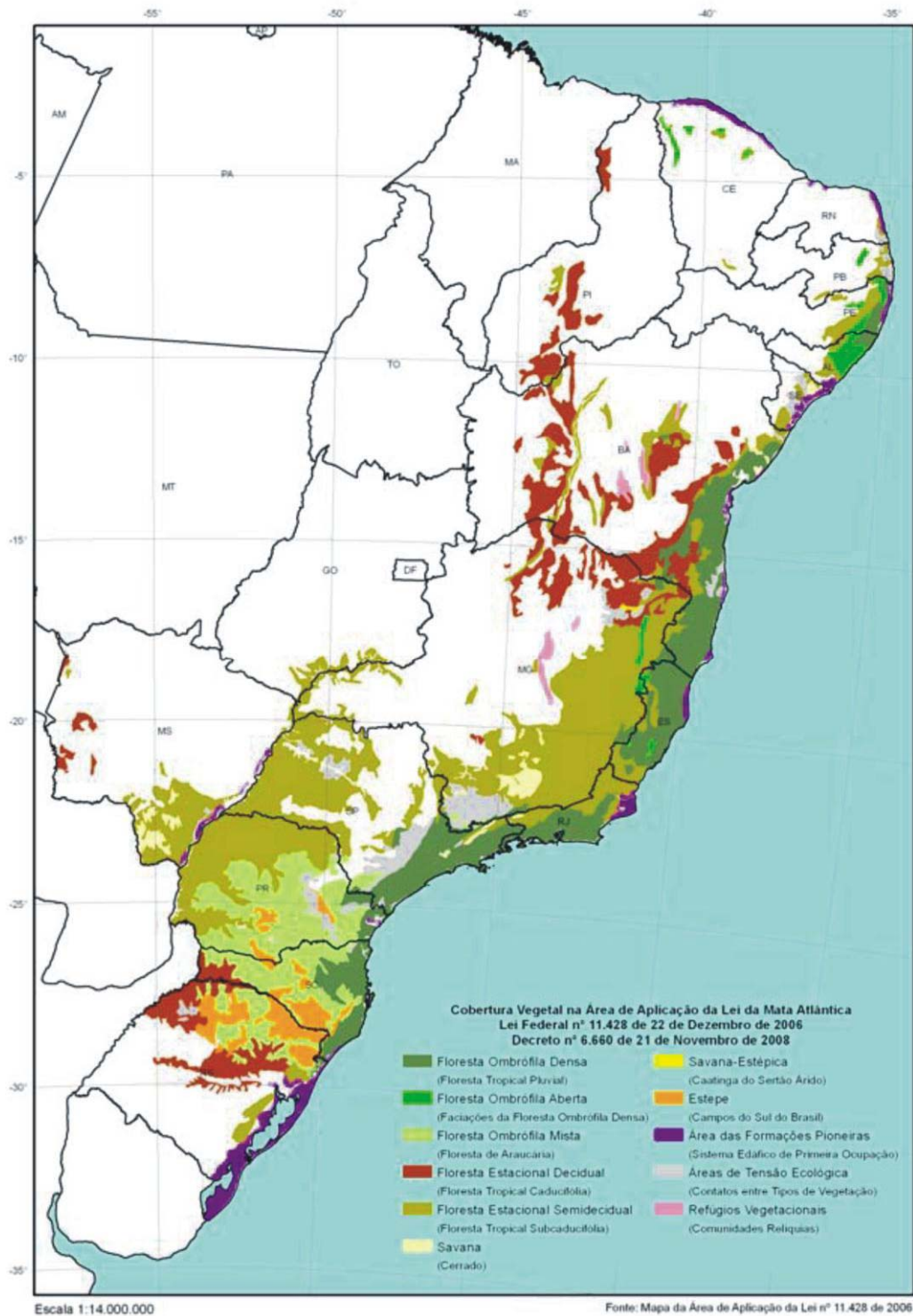
O espaço ocupado pela Mata Atlântica abrangia primariamente cerca de 1.360.000 km², correspondendo a aproximadamente 15% do território brasileiro, dos quais atualmente restam apenas cerca de 8% (108.000 km²) desta área conservada (MMA, 2013).

Situada sob 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 (RIBEIRO et al., 2009). Ainda, a ampla abrangência longitudinal da Mata Atlântica contribui para diferenças importantes na composição da floresta, pois as áreas costeiras recebem grandes quantidades de chuva durante todo o ano, cerca de 4000 mm, enquanto as florestas do interior recebem cerca de 1000 mm/ano (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013). De acordo com alguns autores, a ampla extensão longitudinal somada à ampla faixa latitudinal, faz com que este bioma apresente diversos tipos de formações vegetais. Dessa maneira, tais características geográficas associadas às variações altitudinais encontradas nos domínios da Mata Atlântica contribuem para a elevada diversidade e alto grau de endemismo de espécies, amplamente reconhecidos para este bioma (RIBEIRO et al., 2009; SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013).

A Mata Atlântica é um dos 34 *hotspots* mundiais, sendo uma área prioritária para conservação com alta biodiversidade e grande número de espécies endêmicas. O bioma abriga mais de 20 mil espécies de plantas, sendo que destas 8 mil são endêmicas. Abriga ainda uma fauna com cerca de 270 espécies de mamíferos conhecidos, 992 de pássaros, 197 de répteis, 372 de anfíbios e 350 de peixes (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013).

No domínio da Mata Atlântica existem 131 unidades de conservação federais, 443 estaduais, 14 municipais e 124 privadas, distribuídas por dezesseis estados no Brasil, com exceção de Goiás, sendo provavelmente a região com o maior número de unidades de conservação na América Latina. No entanto, a maior parte dos remanescentes de vegetação nativa ainda permanece sem proteção: as áreas protegidas cobrem menos de 2% do bioma (RIBEIRO et al. 2009; SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2013).

Figura 1 - Distribuição da Mata Atlântica pelos estados brasileiros e seus ecossistemas associados (FONTE: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2010).



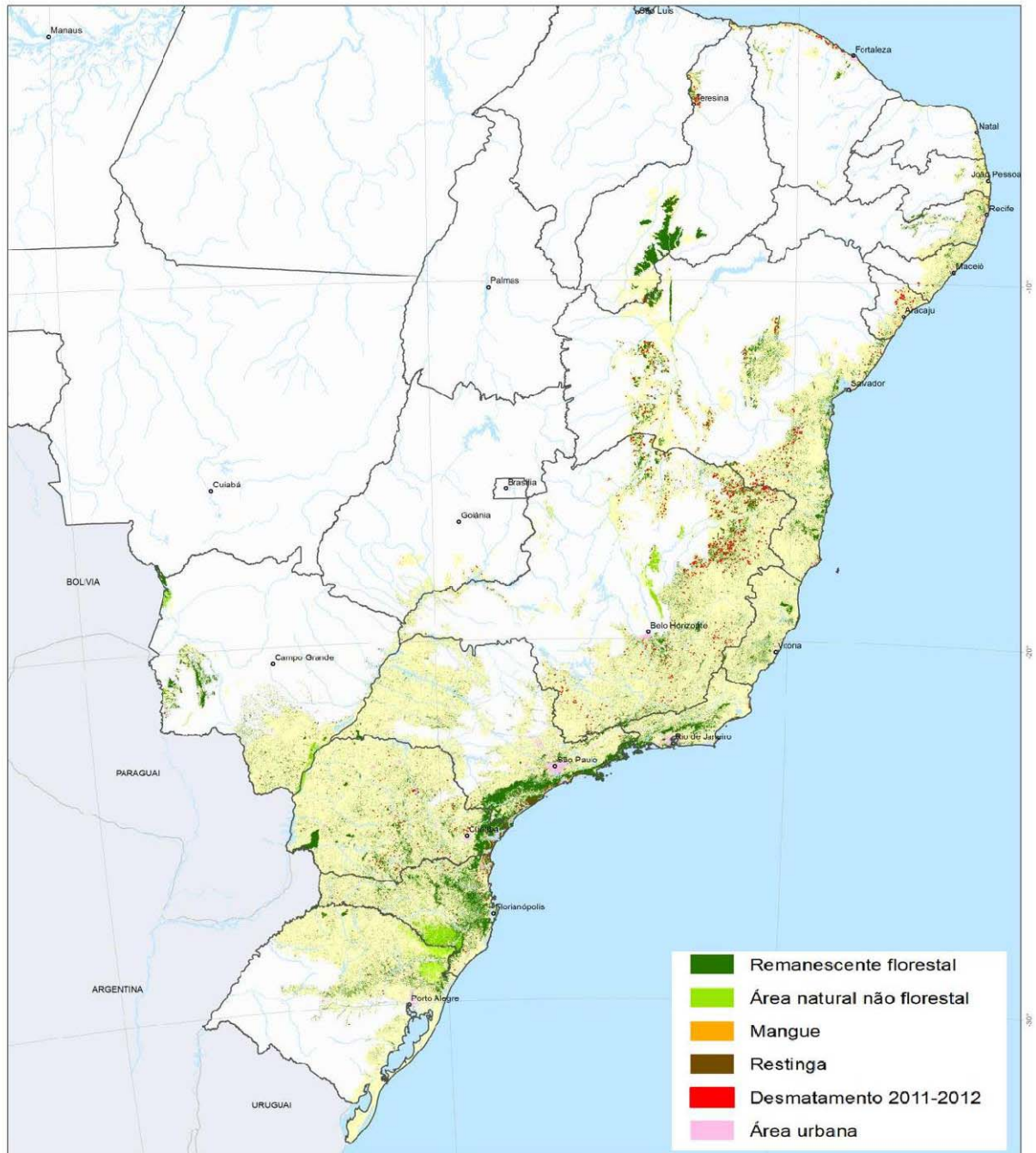
1.2.2 A Mata Atlântica na Atualidade

O histórico de desmatamento e fragmentação neste bioma decorre principalmente do uso e ocupação do mesmo, tanto pelo setor agrícola como pelo próprio avanço da urbanização, uma vez que este bioma engloba atualmente o maior contingente populacional brasileiro, abrigando as grandes cidades e pólos industriais (MMA, 2000). Hoje, apenas 12,9% (194.524 km²) da cobertura original de Mata Atlântica no Brasil, Paraguai e Argentina ainda persistem após o intenso processo de desmatamento e ocupação deste bioma (RIBEIRO et al., 2009). Em 2009, as taxas de decrementos para toda a Floresta Atlântica foram de aproximadamente 0,5% anuais (TEIXEIRA et al., 2009), enquanto os anos de 2010/2011 apresentaram o maior índice desde 2008, com 21.997 ha devastados (Fig. 2) (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013).

O crescimento acelerado e a dispersão espacial desorganizada das atividades humanas apresentam um alto impacto na alteração de paisagens tropicais. Com a expansão e consolidação das fronteiras agrícolas, os fragmentos florestais remanescentes dentro de propriedades privadas tendem a limitar-se a terras economicamente marginais, e tornar-se gradualmente incorporados a uma matriz dominada por pastos e plantações, além de áreas urbanas (TABARELLI, et al., 2004; RIBEIRO et al., 2009).

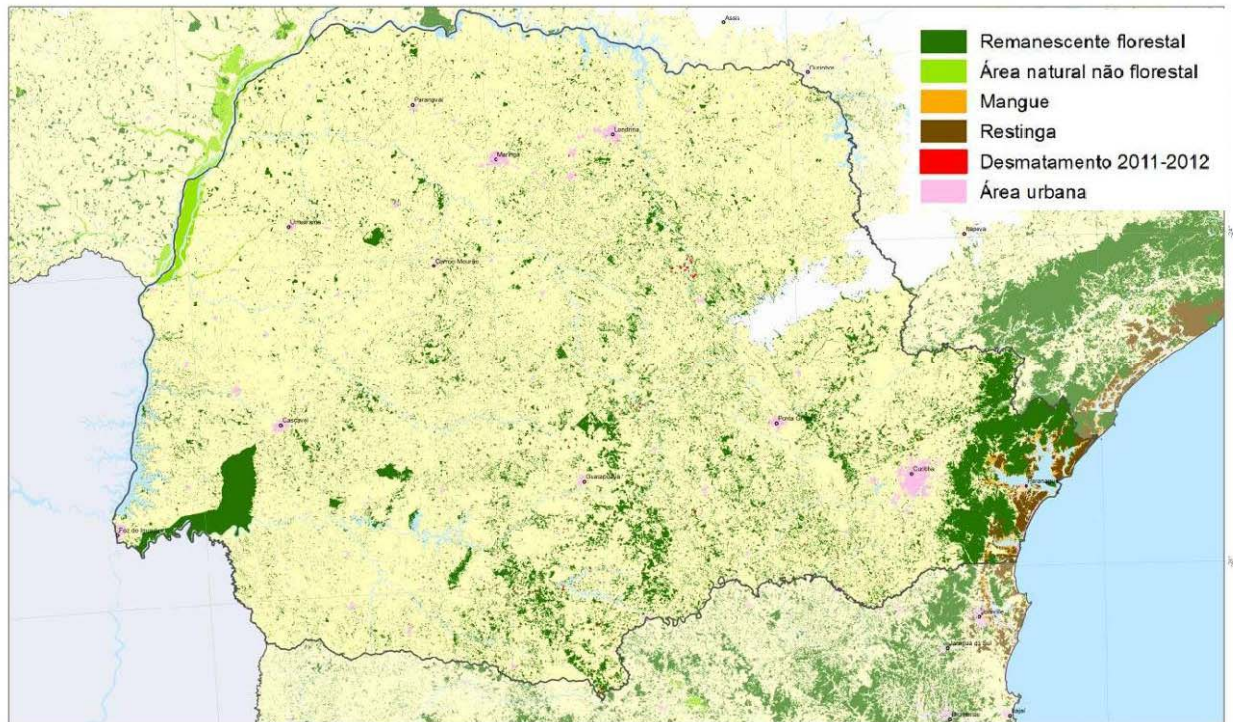
Estes agro-mosaicos representam na atualidade o tipo de paisagem predominante em diversas áreas anteriormente florestadas (CORLETT, 2000), no qual fragmentos muito pequenos estão embutidos em matrizes altamente antropizadas. Especificamente, o sul do Brasil apresenta um histórico familiar neste cenário de fragmentação, fato especialmente perceptível no caso do estado do Paraná, que em meados do século XIX teve redução de sua cobertura vegetal em aproximadamente 83,5% da original (SOARES & MEDRI, 2002).

Figura 2 - Mapa do Brasil com decrementos de Floresta Atlântica ressaltados (FONTE: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013).



Particularmente no estado do Paraná, devastação de florestas se deu de maneira abrupta e inconsequente, restando atualmente cerca de 2% da cobertura vegetal nativa (Fig. 3) (SOARES & MEDRI, 2002; TOREZAN, 2002). Ainda assim, os estados do sul e sudeste são os que apresentam a maior concentração de remanescentes florestais (ISA, RMA & SNE, 2001).

Figura 3 - Mapa com os remanescentes de Mata Atlântica do estado do Paraná. (Fonte: SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2013).



No Paraná predominam três fisionomias vegetais diferentes de Mata Atlântica: a Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (CAMPANILI & PROCHNOW, 2006; SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2013). Estas três florestas apresentam altas taxas de perda florestal. Atualmente, a FOD está representada por apenas cerca de 25% de sua cobertura original no estado, a FOM por menos de 1% e a FES por cerca de 3,4% (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013). Os remanescentes florestais no estado sofrem pressões intensas das atividades agropecuárias, assim como do constante processo de urbanização (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013).

1.2.3 A Fragmentação X Declínio de Polinizadores

As alterações na estrutura da paisagem são consideradas os principais fatores que podem levar à diminuição no número de polinizadores, agentes primordiais do ecossistema. A intensificação da agricultura, a destruição de habitats e a fragmentação dos ambientes naturais podem causar mudanças impactantes nas populações de polinizadores (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010).

A diminuição de polinizadores nativos pode levar a um declínio no fluxo gênico, comprometendo a variabilidade genética de espécies vegetais, com consequências na produtividade e no tamanho populacional destas. Isto pode levar à extinção local de populações dessas plantas, bem como dos animais que delas dependem, caracterizando assim um efeito em cascata, comprometendo o ecossistema como um todo (FREITAS, 2006).

Dentre os polinizadores, as abelhas constituem o principal grupo em diferentes ecossistemas mundiais. Em parte por sua estreita dependência das Angiospermas, mas também pela sua capacidade de dispersão (NEFF & SIMPSON, 1993).

Particularmente no caso das abelhas, a ampla distribuição da Mata Atlântica ao longo da costa brasileira no passado favoreceu a formação de um corredor norte-sul altamente representativo na dispersão desses organismos, tornando possível o contato entre estes (ALVES-DOS-SANTOS, 1999). No entanto, o intenso processo de fragmentação que se abateu sobre este bioma parece de alguma forma constituir um complicador para o fluxo gênico destes insetos.

De fato, a fragmentação florestal e alterações de habitats têm sido reconhecidas como algumas das principais causas do declínio de abelhas no mundo (BIESMEIJER et al., 2006; MARTINS & MELO, 2010).

Particularmente no caso da Mata Atlântica, alguns autores têm sugerido que determinadas espécies de Euglossini com distribuições geográficas restritas a este bioma podem ser fortemente afetadas pela perda de habitat (NEMÉSIO, 2009, 2010, 2011; NEMÉSIO & FERRARI, 2012).

Embora, como destacado, as abelhas Euglossini sejam reconhecidas por sua grande capacidade de voo (WIKELSKI et al., 2010), e registros na literatura indiquem que algumas espécies deste grupo sejam capazes de cruzar áreas abertas (RAW 1989; TONHASCA et al., 2003), outros estudos têm mostrado uma possível limitação na capacidade de dispersão dessas abelhas em áreas desmatadas (POWELL & POWELL, 1987) ou através de matrizes agrícolas (MILET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2005).

Assim, o que se percebe frente aos controvertidos relatos sobre a possível sensibilidade dessas abelhas à fragmentação e alteração de habitats, é a necessidade de um maior número de estudos envolvendo o grupo Euglossini em ambientes fragmentados e diferentes tipos de formações florestais.

1.2.4 A Restauração Ecológica Como uma Ação de Resgate

De acordo com a Sociedade Internacional de Restauração Ecológica (*SOCIETY ECOLOGICAL RESTORATION*) - SER (2004), a restauração ecológica é definida como uma atividade que visa iniciar ou acelerar a recuperação da saúde, integridade e sustentabilidade de um ecossistema que foi degradado, danificado, transformado ou destruído em decorrência de ações diretas ou indiretas do homem.

O processo de fragmentação de habitats, onde as florestas dão lugar a pequenos remanescentes isolados e inseridos em paisagens alteradas antropicamente, é considerado atualmente uma das maiores ameaças à biodiversidade local. Frente a essa questão, a restauração de ecossistemas naturais degradados tem um papel primordial na tentativa de recuperar e reduzir a extensão desses problemas (SER, 2004). As técnicas utilizadas pela restauração ecológica têm avançado consideravelmente nos últimos anos, devido aos conhecimentos adquiridos nas áreas de sistemática, tecnologia e produção de sementes, regeneração e sucessão florestal, bem como no reconhecimento das interações ecológicas como parte fundamental de avaliação do progresso das técnicas empregadas (KAGEYAMA & GANDARA, 2004; BROSI, 2009).

Com base nos avanços do conhecimento ecológico, a restauração ecológica se volta não mais para a reestruturação de uma comunidade pré-definida, mas sim pela recomposição dos processos ecológicos que levarão à recomposição das características florísticas e fisionômicas da comunidade (que podem estar sujeitas ou não à fatores de perturbação), assim como no restabelecimento dos processos que assegurem sua manutenção ao longo do tempo (ISERNHAGEN et al., 2009). Dessa forma, a comunidade vegetal de uma área em restauração está sujeita a diversas trajetórias, que influenciarão no seu nível de organização e estruturação do ecossistema como um todo (GANDOLFI et al., 2006).

Vale ressaltar que o processo de restauração ecológica para o resgate dos atributos de uma comunidade florestal e do ecossistema como um todo é diretamente dependente de diversos fatores. A interação entre os biomas degradados, o interesse dos proprietários de terra, o uso da terra para a agricultura e as técnicas de restauração empregadas, apesar de representarem um desafio para a conservação da biodiversidade, resultarão no sucesso e estabelecimento das áreas restauradas (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

A situação de áreas reflorestadas em recuperação, no entanto, só pode ser definida a partir do monitoramento e avaliação de seu estado de desenvolvimento durante o processo de restauração. Nas últimas décadas, a implementação de reflorestamentos aumentou notavelmente, no entanto, essa prática é relativamente recente e, devido à sua pouca idade, ainda se encontram em fase de avaliação (BELLOTO et al., 2009). Nesse sentido, se destaca o foco do monitoramento, fundamental para se medir a eficácia das técnicas e metodologias utilizadas na restauração, permitindo a verificação do sucesso na recuperação dos processos ecológicos e mantenedores da dinâmica florestal (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

1.3 O MONITORAMENTO DE REFLORESTAMENTOS ATRAVÉS DE GRUPOS FUNCIONAIS

A restauração de áreas degradadas, a exemplo do que é feito por meio de reflorestamentos, visa a recuperação de parte da biodiversidade local e a facilitação de processos biológicos relacionados à manutenção do ecossistema florestal, por meio do plantio, condução e manejo de espécies florestais nativas (KAGEYAMA, 2003).

Grande parte dos projetos de restauração concentra-se exclusivamente na recuperação da vegetação, contudo, ainda faltam estudos para a avaliação do sucesso da restauração como um todo (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005). De acordo com estes autores, se o objetivo maior de um projeto de recuperação de áreas degradadas é criar um ecossistema auto-sustentável e resiliente à perturbações, há que se avaliar outros níveis tróficos e processos ecossistêmicos na sua totalidade.

Segundo a Sociedade Internacional de Restauração Ecológica (SER, 2004) nove atributos servem como roteiro para se avaliar o sucesso de uma restauração. São eles:

- (1) estrutura de comunidade e diversidade semelhante quando comparada a sítios de referência, (2) presença de espécies nativas da região, (3) presença de grupos funcionais necessários para a estabilidade do ecossistema em longo prazo, (4) capacidade do ambiente físico de sustentar a reprodução de populações; (5) funções normais de desenvolvimento; (6) integração com a paisagem; (7) eliminação de ameaças potenciais; (8) capacidade de resistência a possíveis distúrbios naturais

e (9) auto-sustentabilidade.

Dessa maneira, o reflorestamento com espécies vegetais nativas visando a restauração deve ser visto como um processo complexo e fazer parte de um plano maior de manejo, almejando assim o restabelecimento e estabilização dos diferentes processos ecológicos necessários para o equilíbrio e auto-sustentação de todo o ecossistema em recuperação (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005; GOLET et al., 2009).

Dentre os vários serviços que devem ser reintegrados à restauração ecológica para que esta seja bem-sucedida, está a polinização, baseada na presença de grupos funcionais que dão estabilidade ao ecossistema em longo prazo (GOLET et al., 2009).

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório vital, sendo essencial para a manutenção de populações selvagens de plantas e, portanto, de extrema importância para a manutenção da biodiversidade em áreas naturais, um serviço de valor inestimável. A produção de frutos está na base da cadeia alimentar, sendo fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA & NUNES-SILVA, 2010). Assim, os polinizadores têm sido apontados como elementos de destacada importância no processo de restauração e no funcionamento permanente de habitats restaurados (FORUP & MEMMOTT, 2005). Na ausência dos polinizadores animais a variabilidade genética e fluxo gênico das plantas que dependem das visitas de seus polinizadores ficarão comprometidos, com o potencial declínio das populações de plantas em médio e longo prazo (MORATO, 1998).

Nos últimos anos, alguns estudos desenvolvidos em áreas que foram reflorestadas têm buscado informações sobre o possível restabelecimento das interações entre as Angiospermas e sua fauna visitante (FORUP & MEMMOTT, 2005), medindo a diversidade através da determinação da riqueza e abundância de organismos em áreas reflorestadas e ecossistemas de referência (GOLET et al., 2009). A comparação de áreas restauradas com sítios de referência pode fornecer uma medida indireta de resiliência do ecossistema (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005). Para tal, as áreas de referência devem ocorrer perto do projeto de restauração, e devem estar sujeitas a perturbações naturais semelhantes (SER, 2004).

Nesse contexto, os insetos se destacam quanto à viabilidade de amostragem em avaliações ambientais e estudos de efeito da fragmentação

ambiental. O grupo apresenta diversas características que o torna adequado para este tipo de prática, tais como: elevada abundância do grupo (é o grupo de animais mais numeroso do globo terrestre); grande diversidade de espécies, bem como de habitats ocupados pelas diferentes espécies; grande variedade de habilidades para dispersão e respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis e dinâmica populacional altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000).

Dentre os insetos, as abelhas se evidenciam, pois são consideradas o táxon mais importante de polinizadores, sendo responsáveis pela polinização de cerca de 90% das plantas com flores (BAWA,1990; FREE,1993). Estas são extremamente eficientes na polinização tanto de plantas cultivadas quanto silvestres, pois possuem, entre outros fatores, os recursos florais (pólen, néctar e óleos) como suas únicas fontes de alimento (FREE, 1993; FREITAS, 2006; BROS,I 2009).

Segundo Roubik (1989), o estudo da comunidade de abelhas permite uma compreensão gráfica de tendências na possível diminuição no número de polinizadores, promovendo ações conservacionistas e planos de manejo mais eficientes, consistindo, portanto, em um indicador biótico extremamente informativo em avaliações que visam comparar a biodiversidade em áreas recuperadas e áreas remanescentes de floresta nativa (GOLET et al., 2009).

2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo comparar a comunidade de abelhas Euglossini em áreas remanescentes de Floresta Atlântica e áreas reflorestadas, a fim de verificar o restabelecimento (ou não) deste grupo funcional de polinizadores em áreas recuperadas.

3 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

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**, v. 23, p. 30-37, 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Distribuição vertical de uma comunidade de abelhas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 225–8. 1999.

AUGUSTO, S.C.; GARÓFALO, C.A. Task allocation and interactions among females in *Euglossa carolina* nests (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Apidologie**, v. 42, p. 162-173. 2011.

BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p. 399-422, nov. 1990.

BECKER, P.; MOURE, J.S.; PERALTA, F.J.A. More about euglossini bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v.23, p.586-591, 1991.

BELLOTTO, A., VIANI, R.A.G., GANDOLFI, S., RODRIGUES, R.R. Inserção de outras formas de vida no processo de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P.

H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, p.55-61, 2009.

BIESMEIJER, J.C., ROBERTS, S.P.M., REEMER, M., OHLEMULLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SCHAFFERS, T., POTTS, S.G., KLEWKERS, R., THOMAS, C.D., SETTELE, J., KUNIN, W.E. Plants in Britain and the Netherlands parallel declines in pollinators and insect-pollinated. **Science**, v. 313, p.351-353, 2006.

BROSI, B.J. The effects of forest fragmentation on euglossini bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation**, n. 2, v. 142, p. 414-123, 2009.

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**. 1º edição. Brasília. RMA, 2006. p. 58-72.

CAPPELLARI, S.C.; HARTER-MARQUES, B. First report of scent collection by male orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) from terrestrial mushrooms. **Journal Of the Kansas Entomological Society**, v.83, p.264-266. 2010.

CORLETT, R.T. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. In: M.J. Hutchings, E.A. John & A.J.A. Stewart (eds.). **The ecological consequences of environmental heterogeneity**. pp. 333-355. British Ecological Society, Londres. 2000.

DODSON, C.H.; R.L. DRESSLER; H.G. HILLS; R.M. ADAMS; N.H. WILLIAMS. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, v. 164, p.1243-1249. 1969.

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

ELTZ, T.; ZIMMERMANN, Y.; HAFTMANN, J.; TWELE, R.; FRANCKE, W.; QUEZADA-EUAN; J.J.G.; LUNAU, K. Enflourage, lipid recycling and the origin of nperfume collection in orchid bees. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 274, 2843–2848. 2007.

FORUP, M.L.; MEMMOTT, J. The restoration of plant-pollinator interactions actions in hay meadows. **Restoration ecology**, v. 13, p. 265-274. 2005.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 2ed. London: Academic Press, 1993. 684p.

FREITAS, B.M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zoologia, 43., 2006, João Pessoa. **Anais da 43^o Reunião anual da SBZ**, João Pessoa: UFC, 2006. p. 780-788.

GANDOLFI, S.; MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R.R. Forest restoration. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Eds.) **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2006.

GIANGARELLI, D. C.; FREIRIA, G. A.; COLATRELI, O. P.; SUZUKI, K. M.; SOFIA, S. H. *Eufriesea violacea* (Blanchard): a euglossine species potentially sensitive to forest patch deterioration in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 610–615. 2009.

GOLET, G.H.; GARDALI, T.; HUNT, J.W.; KOENIG, D.A.; WILLIAMS, M. Temporal and Taxonomic Variability in Response of Fauna to Riparian Restoration. **Restoration Ecology**. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2009.00525.x. 2009.

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

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, out. 2010.

ISA, INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; RMA, REDE DE ONG'S DA MATA ATLÂNTICA;

SNE, SOCIEDADE DE ECOLOGIA DO NORDESTE. Dossiê Mata Atlântica: **Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica**. São Paulo, 409p, 2001.

ISERNHAGEN, I.; LE BOURLEGAT, J.M.G.; CARBONI, M. Trazendo a riqueza arbórea regional para dentro das cidades: possibilidades, limitações e benefícios. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.2, p.117-138, 2009.

JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, n. 171, p. 203-204. 1971.

KAGEYAMA, P. Y. Reflexos e potenciais da resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. **Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas**, p. 7-12. 2003.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p.249-269.

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.

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

MICHENER, C.D. In: Bee taxas and categories. **The bees of the world**. London: The Jonhs Hopkings University Press. 2000. p. 61-70.

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

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.

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/IEFMG, MMA/SBF. Brasília. 40p, 2000.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Biomass**: Mata Atlântica. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica>>. Acesso em: 17 dezembro 2013.

MOURE, J.S. Descrição de algumas espécies de Euglossine (Hym. Apoidea). **Atas Simp. Biota Amazônica**, v. 5, p. 373-394. 1967.

MOURE, J.S.; MELO, G.A.R.; URBAN.D. 2012. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region - online version**. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 20/05/2014.

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.

MORATO, E.F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera:Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, **Série Zoológica**, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.

- MORATO, E. F. Estudos sobre comunidades de abelhas Euglossini. In: **Encontro sobre abelhas**, 3o, Ribeirão Preto, Anais., Ribeirão Preto, FFCLRP-USP. v.3, 1998. p.135-143. 1998.
- NEFF, J.L., SIMPSON, B.B. Pollination systems and plant diversity páginas 143-167 in: Lasalle, J.; Gauld, I.D. **Hymenoptera and Biodiversity**, 1.ed. CAB International. 1993.
- NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F. A. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic rain forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 313-323, 2006.
- NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. Euglossine bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini) of Atlantic forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, p.186-191.2007.
- NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa**, V.2041, p. 1–242. 2009.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of a forest remnant in northeastern Brazil, with new geographic records and an identification key to the known species of the Atlantic Forest of northeastern Brazil. **Zootaxa**, v.2656, p. 55–66. 2010.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of a forest remnant in southern Bahia, Brazil, with new geographic records and an identification key to the known species of the area. **Zootaxa**, v. 2821, p. 47–54. 2011.
- NEMÉSIO, A.; FERRARI, R.R.; The species of *Eulaema* (*Eulaema*) Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) from eastern Brazil, with description of *Eulaema quadragintanovem* sp. n. from the state of Ceará. **Zootaxa**, v. 3478, p. 123–132, 2012.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of „Reserva Biológica de Una“, a hotspot in the Atlantic Forest of southern Bahia, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 73, n. 2, p. 347-352, 2013.
- OTERO, J.T.; SANDINO, J.C. Capture rates of male euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. **Biotropica**, v.35, p.520–529. 2003.
- O'TOOLE; C.; RAW, A. **Bees of the world**. London: Blandford Book. 1999. 192p.
- PARRA-H, A.; NATES-PARRA, G. Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. **Revista de Biología Tropical**, v. 55, p. 931-941.2007.
- POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N. Population dynamics of euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, n. 2, v. 19, p.176-179.1987.

- RAW, A. The dispersal of Euglossini bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 1, p. 103-107. 1989.
- REBÊLO, J.M.M. **História Natural das Euglossineas**. São Luis: ed. Lithograf, 2001. 152p.
- RINCON, R.M.; ROUBIK, D.W.; FINEGAN, B.; DELGADO, D.; ZAMORA, N. Regeneration in tropical rain forest managed for timber production: understory bees and their floral resources in a logged and silviculturally treated Costa Rican forest. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.72, p. 379–393. 1999.
- 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.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3. Ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2004. p. 235-247.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press. 1989. 514p.
- ROUBIK, D.W.; HANSON, P.E. **Abejas de orquídeas de la América tropical - Biología y guía de campo**. Costa Rica: Editorial INBio. 2004. 370p.
- RUIZ-JAEN, M.C.; AIDE, T.M. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. **Forest Ecology and Management**, v. 218, p. 159–173, 2005.
- SER, SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- SILVEIRA, F.A.; G.A.R. MELO; E.A.B. ALMEIDA. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e identificação**. Belo Horizonte: F.A. Silveira. 2002. 253p.
- SKOV, C.; WILEY, J. Establishment of the neotropical orchid bee *Euglossa viridissima* (Hymenoptera: Apidae) in Florida. **Florida Entomologist**, v. 88, n. 2, p. 225-227, 2005.
- SOARES, F. S.; MEDRI, M. Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi. In: Medri, M.; Bianchini, E.; Shibata, O.; Pimenta, J. A. (Ed.). **A Bacia do Rio Tibagi**, Londrina: UEL, 2002. 595 p.

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

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas Dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2010-2012**, São Paulo, 60p, 2013.

TABARELLI, M., SILVA, J.M.C.; GASCON, C. 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, n. 13, p. 1419-1425. 2004.

THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco, EMBRAPA Acre, 2000. 21p. (EMBRAPA Acre, 57).

TONHASCA JR., A.; ALBUQUERQUE, G.S.; BLACKMER, J.L. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 990-102. 2003.

TOREZAN, J.M. **Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi**. In M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta (eds.), A bacia do rio Tibagi. Londrina: Editora dos Editores, 2002. 595p.

WIKELSKI, M.; MOXLEY, J.; EATON-MORDAS, A.; LÓPEZ-URIBE, M.M.; HOLLAND, R.; MOSKOWITZ, D.; ROUBIK, D.W.; KAYS, R. Large-range movements of Neotropical orchid bees observed via radio telemetry. **PLoS ONE**, v. 5, p.1-6. 2010.

4 TRABALHO

Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica e áreas reflorestadas no norte do Paraná

Maria Cecília Fiordoliva Ferronato^{1,2}, Silvia Helena Sofia^{2*}

Trabalho a ser submetido ao periódico Apidologie

RESUMO

Foram estudadas as comunidades de abelhas Euglossini de quatro áreas remanescentes de Mata Atlântica e quatro áreas de reflorestamento próximas aos remanescentes, localizadas no norte do estado do Paraná, sul do Brasil: a) Alvorada (ALV) com 139,4 ha; b) Congonhas (CONG), com 119,8 ha; c) Primeiro de Maio (PM), com 65,4 ha e Parque Estadual “Mata dos Godoy” (PEMG), com 680 ha. Todas as áreas apresentam uma formação de Floresta Estacional Semidecidual, e as áreas reflorestadas apresentam-se em diferentes estágios sucessionais. Nas amostragens machos de abelhas foram atraídos à iscas-odores de oito essências diferentes (eucaliptol, eugenol, vanilina, beta-ionona, salicilato de metila, acetato de benzila, benzoato de benzila e cinamato de metila). Em cada área de estudo, foram selecionados dois pontos de amostragem (A e B). Os machos atraídos pelas iscas foram amostrados com rede entomológica (ponto A) e por meio de armadilhas de garrafas plásticas (ponto B; distante cerca de 1 km do ponto A). As coletas foram realizadas mensalmente no período de setembro/2012 a abril/2013 e nos meses de outubro e novembro/2013, no horário das 10:00 às 14:00 h. Cada remanescente florestal e seu reflorestamento correspondente foram amostrados simultaneamente por dois coletores. Foi coletado um total de 435 machos de Euglossini, pertencentes aos gêneros *Euglossa* (346 machos, 7 espécies), *Eulaema* (42 machos, 1 espécie), *Exaerete* (14 machos, 1 espécie) e *Eufriesea* (33 machos, 1 espécie). Todas as áreas amostradas, exceto PM, apresentaram alto índice de similaridade entre as comunidades de Euglossini dos remanescentes e seus correspondentes reflorestamentos. Ainda, com exceção de PM, remanescentes e reflorestamentos correspondentes não mostraram diferenças significativas nas abundâncias e riquezas destas abelhas. Os resultados indicam que a maioria das espécies de Euglossini amostradas neste estudo é capaz de explorar, de forma similar, áreas reflorestadas e remanescentes florestais em busca de fragrâncias químicas.

Palavras chave: Diversidade. Reflorestamento. Euglossini. Mata Atlântica.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina.

² Departamento de Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid – PR 445 – km 380 – Campus Universitário. C.P. 6001, 86057-970, Telefone: (+55) 43 33714437

* Autor para correspondência: E-mail: shsofia@uel.br

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica exhibe atualmente um cenário altamente fragmentado, decorrente de séculos de desmatamento, onde sua cobertura vegetal foi reduzida a 8,5% da original (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013). O resultado desse histórico consiste em um quadro altamente antropizado, que representa uma ameaça contínua aos remanescentes de Mata Atlântica (MMA, 2000; TABARELLI et al., 2004; RIBEIRO et al., 2009).

De fato, a Mata Atlântica, representa na atualidade uma das florestas mais ameaçadas do mundo (MYERS et al., 2000). Por conta desta condição, da elevada diversidade biológica e ao alto grau de endemismo das espécies presentes neste bioma, esta floresta é considerada um dos *hotspots* mundiais para conservação (MYERS et al., 2000; LAURANCE, 2009).

Enquanto o desmatamento ainda persiste por toda extensão da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2013), diversas iniciativas têm sido empregadas na tentativa de recuperar áreas desmatadas deste bioma, cujo objetivo principal é o restabelecimento das funções ecológicas e da diversidade de espécies a níveis similares aos presentes antes de processos antropogênicos (GOLET et al., 2009).

Tal preocupação na recuperação de paisagens decorre do fato de que uma das principais consequências do desmatamento, fragmentação de florestas e perda de habitats, produzidas pelas diferentes formas de interferência antrópica, ser a perda de biodiversidade (GOLET et al., 2009). Neste contexto, a restauração de ecossistemas naturais degradados tem um papel primordial na tentativa de recuperar e reduzir a extensão desses problemas (SER, 2004). O uso de indicadores biológicos é uma das formas mais simples de avaliação de sucesso da recuperação de áreas que foram reflorestadas, uma vez que estes podem ser utilizados para mensurar e monitorar a saúde ambiental de um ecossistema (HEDSTRÖM et al., 2006). A partir de organismos bioindicadores é possível verificar o restabelecimento e estabilização dos diferentes processos ecológicos necessários para o equilíbrio e auto-sustentação do ecossistema em recuperação. No entanto, ainda são poucos os esforços visando o desenvolvimento e monitoramento de áreas recuperadas (GOLET et al., 2009). De acordo com estes últimos autores, dentre os vários serviços que devem ser reintegrados à restauração ecológica para que esta seja

bem sucedida, está a polinização, baseada na presença de grupos funcionais que dão estabilidade ao ecossistema em longo prazo (GOLET et al., 2009).

Em diversas comunidades vegetais do mundo as abelhas estão entre os principais grupos de polinizadores e, como tal, responsáveis pela diversidade e manutenção de tais comunidades (NEFF & SIMPSON, 1993).

Particularmente na região Neotropical e tipicamente de matas úmidas (ALVARENGA, FREITAS & AUGUSTO, 2007), a tribo Euglossini (Apidae) tem sido reconhecida como um importante grupo de polinizadores. Em parte, isto se deve à alta representatividade do grupo entre as comunidades de abelhas neotropicais, podendo chegar a constituir 25% da diversidade em algumas florestas (ROUBIK & HANSON, 2004).

Embora esta tribo de abelhas seja visitante de dezenas famílias de angiospermas (DRESSLER, 1982; ROUBIK & HANSON, 2004), o grupo é mais comumente conhecido por sua íntima relação com a família Orchidaceae (DRESSLER, 1968, 1982; ROUBIK & HANSON, 2004), fato que levou a tribo como um todo a ser conhecida por abelhas das orquídeas (DRESSLER, 1982). Nos neotrópicos mais de 700 espécies de orquídeas são visitadas por abelhas Euglossini, sendo 10% deste total polinizadas exclusivamente por tais abelhas (REBÊLO, 2001).

A tribo Euglossini abriga aproximadamente 230 espécies distribuídas em cinco gêneros: *Euglossa* Latreille, *Eulaema* Lepeletier, *Eufriesea* Cockerell, *Aglae* Lepeletier & Seville e *Exaerete* Hoffmannsegg (DRESSLER, 1982; MOURE et al., 2012). Deste total, 50 espécies são encontradas na Mata Atlântica, sendo metade destas endêmicas a este bioma (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007; NEMÉSIO, 2009).

Embora alguns estudos tenham mostrado que a abundância do grupo pode ser maior em áreas perturbadas do que em áreas de florestas preservadas (RINCON et al., 1999; OTERO & SANDINO, 2003), nas últimas três décadas a tribo Euglossini tem sido apontada como um grupo de abelhas sensível ao desmatamento e à fragmentação florestal (POWELL & POWELL, 1987). Tal afirmação se apoia em estudos que mostram, por exemplo, um declínio destas abelhas ou de algumas espécies em particular em fragmentos de tamanho reduzido ou mais perturbados (POWELL & POWELL, 1987; BROSI, 2009; GIANGARELLI et al., 2009). Além disto, outros estudos mostram que, apesar das abelhas Euglossini

serem dotadas de grande capacidade de voo em florestas contínuas (JANZEN, 1971), áreas desmatadas (POWELL & POWELL, 1987) ou matrizes agrícolas podem constituir barreiras à dispersão de determinadas espécies (MILET-PINHEIRO & SCHLINDWEIN, 2005). De modo diverso, poucas espécies do grupo têm sido apontadas como mais resistentes à perturbação antrópica, sendo consideradas como espécies de áreas abertas ou antropizadas, por serem frequentemente encontradas em tais ambientes ou ainda por serem capazes de traspasar áreas desmatadas (PERUQUETTI et al., 1999; TONHASCA et al., 2002; RAMALHO et al., 2009).

A despeito do fato do grupo ser ou não sensível à fragmentação florestal, ao se considerar que tais abelhas constituem elementos importantes para a polinização de várias famílias de angiospermas (DRESSLER, 1982; ROUBIK & HANSON, 2004), a presença destas abelhas em áreas que foram reflorestadas ou que estão em processo de regeneração pode constituir uma medida importante para se avaliar o potencial de tais áreas como possíveis locais para o reestabelecimento deste importante grupo de polinizadores. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo investigar e comparar as comunidades de abelhas Euglossini em áreas remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, um importante tipo de formação vegetal de Mata Atlântica (OLIVEIRA & FONTES, 2000), e em áreas reflorestadas em diferentes estágios sucessionais no norte do estado do Paraná, sul do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de Estudo

Para o presente trabalho foram amostradas oito áreas de estudo, sendo quatro áreas constituindo fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica e quatro áreas constituindo reflorestamentos, cada um dos quais localizados espacialmente contínuos ou próximos a um dos quatro remanescentes florestais. Todas as áreas encontram-se localizadas no norte do estado do Paraná. Os quatro remanescentes de Mata Atlântica são formados por Floresta Estacional Semidecidual (FES) em diferentes graus de conservação. As áreas de reflorestamento, correspondentes a cada um destes fragmentos remanescentes,

foram reflorestadas com espécies nativas deste tipo de formação vegetal, em um processo que visa o reestabelecimento de vegetação de FES em cada uma destas áreas.

2.1.1 Parque Estadual “Mata dos Godoy” (PEMG)

O Parque Estadual „Mata dos Godoy” (PEMG) está localizado no município de Londrina, norte do Paraná, sob as coordenadas 23^o27” latitude Sul e 51^o15” longitude Oeste, com altitude variando de 460 a 640 m a.n.m. (acima do nível do mar) (Fig. 1). O PEMG possui uma área protegida de 680 ha, coberta por uma vegetação nativa de Floresta Estacional Semidecidual, constituindo uma das maiores Unidades de Conservação do norte do Paraná (TOREZAN, 2002, 2006), com extrema relevância para a conservação da diversidade biológica da região. O clima, de acordo com Köppen, é caracterizado como Cfa subtropical úmido, com verão quente e chuvas distribuídas em todas as estações e queda de precipitação no inverno. A temperatura média anual situa-se em torno de 24,1°C e a precipitação anual em 1686 mm (MENDONÇA, 2000).

A área do PEMG é circundada por áreas de cultivo, sujeita desta forma a certo grau de interferência antrópica. No entanto, há predominância de vegetação nativa bem conservada, ocupando cerca de 70% do PEMG, sendo esta a área de referência para a amostragem deste trabalho (TOREZAN, 2006).

A área de Reflorestamento (TOREZAN, 2006) compreende o segundo local de amostragem no PEMG, e situa-se em continuidade com o remanescente de floresta deste. Esta área faz parte do Projeto Madeira, implantado em 1989 e que visava incentivar o plantio de espécies nativas para testar seu potencial madeireiro, servindo de modelo para os agricultores da região. Cerca de 40 ha foram destinados a este projeto, que abrigam um reflorestamento de espécies nativas de FES (TOREZAN, 2006).

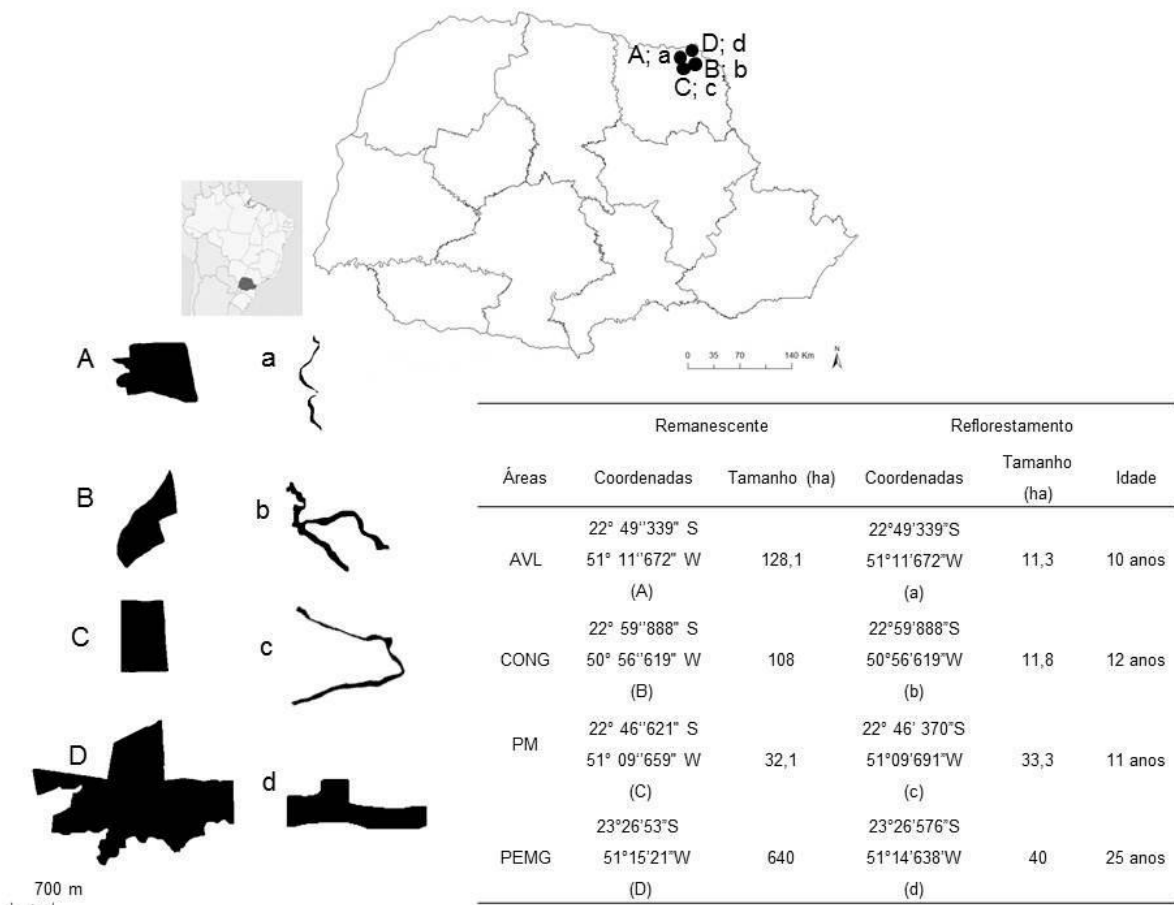
2.1.2 Reservatório de Capivara

As outras três áreas de estudo amostradas localizam-se nos municípios de Alvorada do Sul, Rancho Alegre e Primeiro de Maio, situados no norte

do estado do Paraná, como já destacado. Também como mencionado anteriormente, para cada área de FES remanescente amostrada, correspondentes áreas de reflorestamento de diferentes idades foram também amostradas. Estas três áreas estão situadas em reflorestamentos de mata ciliar nas margens do Reservatório de Capivara (rio Paranapanema, 22°47'45" S e 51°00'12" W) (Fig. 1).

As áreas de reflorestamento do Reservatório de Capivara foram realizadas através do plantio mecanizado de mudas de cerca de 40 espécies nativas da região, de acordo com o modelo proposto por Cavalheiro et al. (2002). Todos os reflorestamentos amostrados foram monitorados por dois anos após o plantio para o acompanhamento e controle de seu desenvolvimento.

Figura 1 - Localização e tamanho (ha) dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual e idade dos reflorestamentos localizados nos municípios de Alvorada do Sul (ALV), Rancho Alegre (CONG), Primeiro de Maio (PM) e Londrina (PEMG), Estado do Paraná.



Os fragmentos florestais amostrados constituem-se de remanescentes de floresta estacional semidecidual, e, assim como os respectivos reflorestamentos, são circundados primordialmente por matrizes agrícolas. Todos os municípios da região apresentam um histórico de uso da terra de monoculturas, com culturas rotativas variando entre milho, soja e trigo (SUGANUMA & TOREZAN, 2013).

O clima da região é classificado como Cfa, zona tropical marginal com clima seco no inverno. No verão a temperatura e o índice pluviométrico se elevam, com média mensal de 22°C e 224,5 mm, respectivamente. No inverno há uma queda no índice pluviométrico. A média da região quanto ao índice pluviométrico é de 1400 a 1600 mm/ano (MAACK, 2002).

Figura 2 - Imagens obtidas no Google Earth, indicando a localização e a distância dos pontos de amostragem nas três áreas remanescentes de FES (fragmentos) e correspondentes áreas de reflorestamento, em três municípios do norte do estado do Paraná, sul do Brasil (indicados em amarelo). (A) Remanescente (Fragmento) e reflorestamento pertencentes à Fazenda Alvorada no município de Alvorada do Sul; (B) Fragmento e reflorestamento da Fazenda Congonhas, município de Rancho Alegre e (C) Fragmento e reflorestamento da Fazenda Barra do Garça, no município de Primeiro de Maio.



2.2 Métodos de amostragem

Nas oito áreas de estudo, incluindo os remanescentes florestais e os locais de reflorestamento, foram empregados dois métodos de amostragem a fim de otimizar a captura de machos de *Euglossini*: (i) atração por iscas-odores de espera, seguida de coleta com rede entomológica e (ii) iscas em armadilhas constituídas de garrafas plásticas (Fig. 5).

2.2.1 Período de amostragem

As amostragens de machos de *Euglossini* foram realizadas mensalmente em cada área de estudo selecionada, no período das 10:00 às 14:00 horas. Com o intuito de minimizar possíveis diferenças produzidas por efeitos climáticos, em cada mês durante o período de amostragem, os quatro conjuntos de fragmentos, ou seja, os quatro remanescentes e respectivos reflorestamentos foram amostrados em dias ensolarados.

O período de coleta totalizou 6 amostragens distribuídas em nove meses: de setembro de 2012 a abril de 2013 e novembro de 2013. Quando as condições climáticas encontradas em determinada área de estudo foram desfavoráveis à coleta de *Euglossini*, novas idas a campo foram realizadas no mês seguinte. Tal período de coleta abrangeu a estação quente e chuvosa, visto que esta é descrita como a fase de maior atividade de *Euglossini* na região estudada (SANTOS & SOFIA, 2002; SOFIA et al., 2004).

2.2.2 Amostragem com iscas-odores de espera

As abelhas *Euglossini* possuem comportamento arisco, de voo rápido e relativamente raras nas flores. Desta maneira, a utilização de compostos atrativos para estudos de composição faunística, dispersão e sazonalidade destas abelhas (DODSON et al., 1969) é amplamente utilizada e tida como a mais eficiente metodologia de amostragem para o grupo (SANTOS & SOFIA, 2002).

A amostragem com iscas-odores foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Sofia e Suzuki (2004), com algumas modificações. As iscas são constituídas de chumaços de algodão embebidos em essências atrativas. Para

este estudo, foram utilizadas oito essências: eucaliptol, eugenol, vanilina, beta-ionona, acetato de benzila, benzoato de benzila, salicilato de metila e cinamato de metila, constituindo portanto oito iscas-odores. Em cada isca foram utilizadas 15 a 20 gotas de essência química (repostas a cada meia hora para evitar possíveis perdas por evaporação), e estas foram presas à vegetação (por meio de um cordão de barbante) a 1,5 m do solo e distantes cerca de 1,5 m uma da outra, próximas à borda da mata (Fig. 5). O coletor situou-se a uma distância de cerca de 2 m da exposição das iscas, observando-as simultaneamente e capturando as abelhas com auxílio de rede entomológica quando estas se aproximavam de determinada isca-odor.

Cada espécime foi acondicionado em frascos plásticos etiquetados, contendo informações como local, data, horário e essência visitada.

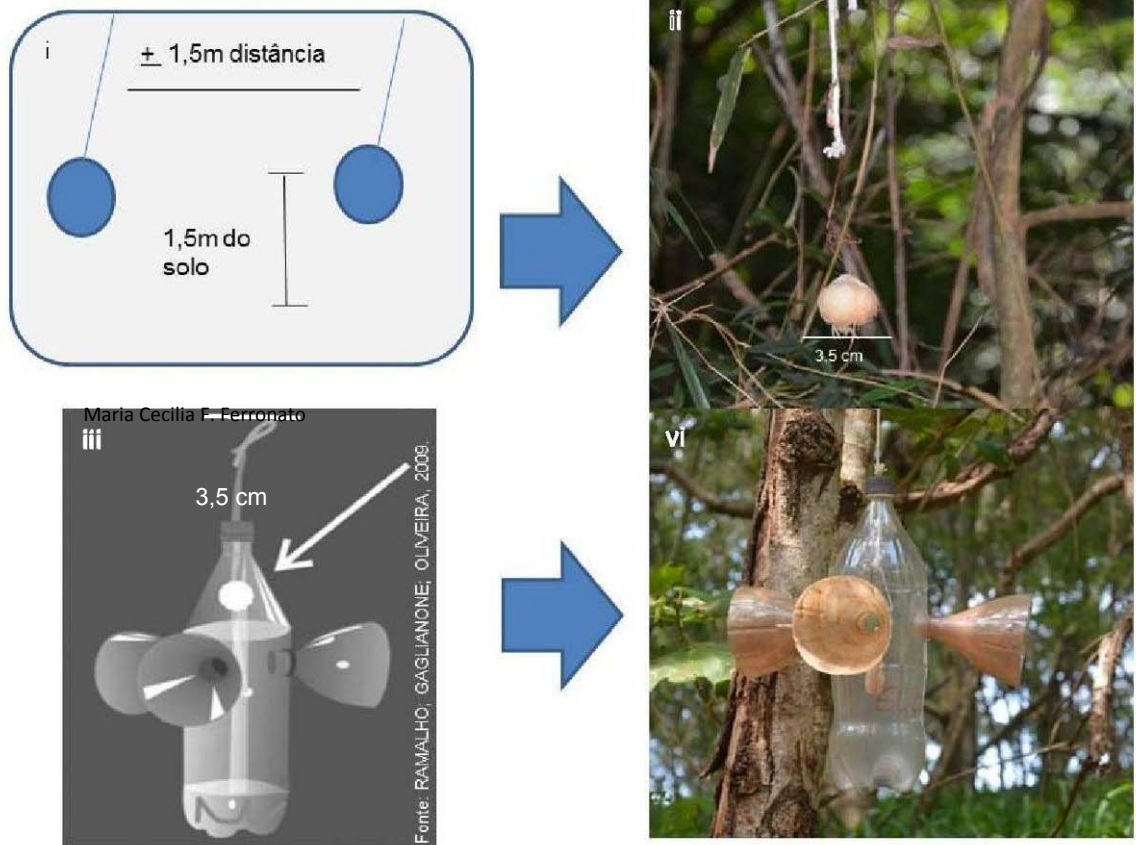
Após serem mortos por resfriamento a -20°C (visando o aproveitamento destes para futuras análises genéticas), os espécimes coletados foram montados em alfinete entomológico, etiquetados com todas as informações pertinentes, identificados e depositados no acervo do Laboratório de Genética e Ecologia Animal II (LAGEA II) e no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

2.2.3 Amostragem com armadilhas de garrafas plásticas

A amostragem com armadilhas de garrafas plásticas foi empregada segundo a metodologia descrita por Bezerra e Martins (2001), com algumas adaptações. Estas armadilhas foram confeccionadas com garrafas plásticas de dois litros, com três entradas em forma de funil dispostas lateralmente ao longo do diâmetro da garrafa. No centro foi colocado um chumaço de algodão embebido em essência. Foram utilizadas as mesmas oito fragrâncias citadas acima para as iscas-odores de espera. As armadilhas de garrafa foram presas à vegetação, separadas entre si por cerca de 1,5m (Fig. 5). Após a atração de machos Euglossini para a armadilha, estes foram removidos, sacrificados por resfriamento em freezer e acondicionados como descrito anteriormente.

As armadilhas foram utilizadas simultaneamente à coleta com iscas-odores em cada área de estudo, compreendendo, portanto, o mesmo período e horário de amostragem.

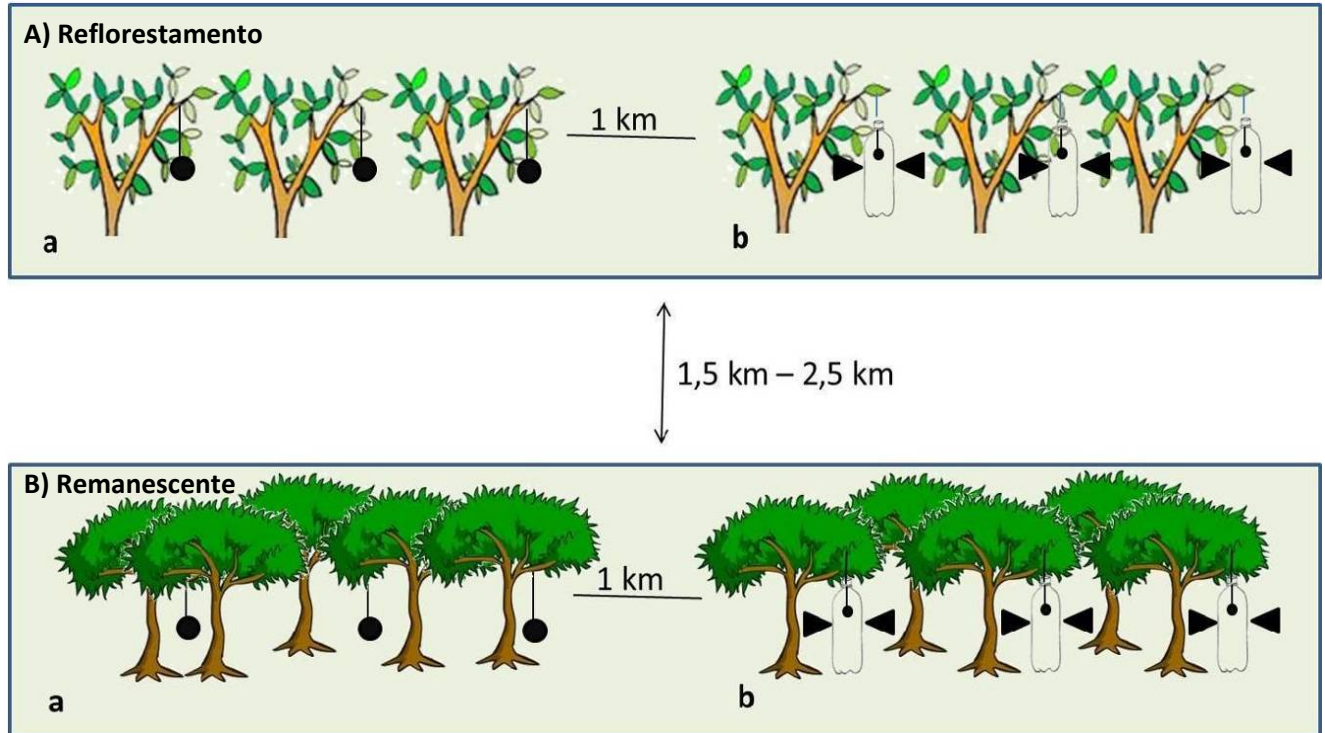
Figura 3 - i) esquema representando a disposição das iscas-odores de espera e ii) exemplo da disposição da isca-odor em campo; iii) esquema da armadilha confeccionada com garrafa plástica e vi) disposição da armadilha em campo.



2.3 Delineamento amostral

Em cada fragmento remanescente e em cada reflorestamento estudado, foram determinados dois pontos de amostragem (**a** e **b**), distantes cerca de 1 km um do outro. Para cada coleta, tanto no fragmento remanescente, quanto na área de reflorestamento, foi utilizado um total de 16 iscas-odores, sendo oito destas usadas para atração e coleta por meio do método de iscas-de-espera, no ponto **a**, e outras oito utilizadas nas garrafas plásticas, dispostas no ponto **b**. Em cada área de amostragem, os pontos dispostos no remanescente ficaram distantes de 1,5 km a 2,5 km aos pontos instalados no reflorestamento (Fig. 6).

Figura 4 - Representação esquemática do delineamento amostral, indicando a distância entre os pontos de amostragem, dentro de uma mesma área de estudo. Em (A) são representadas as iscas-odores (a) e armadilhas com garrafas plásticas (b) na área de reflorestamento e em (B) o mesmo procedimento foi utilizado em cada fragmento florestal remanescente de Floresta Estacional Semidecidual.



2.4 Análise dos dados

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas do Programa Excel para subsequente aplicação dos diferentes índices ecológicos e análises estatísticas pertinentes.

Para o cálculo da diversidade de espécies foi utilizado o índice de Shannon-Wiener, calculado através da fórmula $H' = - \sum p_i \ln p_i$ (onde: p_i = proporção de indivíduos representados na amostra pela espécie i , \ln = logaritmo neperiano).

Para a medida de “equidade” ou “uniformidade” na distribuição dos Euglossini em cada área de estudo foi calculado o Índice de Equitabilidade (J'), obtido pela fórmula: $J' = H'/H_{\text{máx}}$, sendo H' o índice de Shannon-Wiener e, $H_{\text{máx}}$ o logaritmo neperiano (\ln) do número total de espécies na amostra (ZAR, 1996). Ambas as análises foram realizadas com o auxílio do programa PAST versão 1.91 (HAMMER et al., 2001).

Para o cálculo de dominância das espécies foi aplicado o índice de

Berger-Parker, de acordo com a fórmula: $d = N_{\text{máx}}/N$, onde: $N_{\text{máx}}$ é o número de indivíduos da espécie mais abundante e N o número total de indivíduos amostrados em cada área.

Para verificar a suficiência amostral em relação às coletas realizadas nas diferentes áreas de estudo foram geradas curvas de rarefação, utilizando-se para esta análise o programa computacional *PAST* versão 1.91 (HAMMER et al., 2001). Nesta análise foram também calculados os valores médios dos estimadores não paramétricos Jack1 e Bootstrap. Estas estimativas de riquezas geradas servem como parâmetro para comparação dos valores amostrados com os valores sugeridos em cada área.

O teste de Mann-Whitney, aplicado com o auxílio do programa Graphpad InStat v. 3.06, foi empregado para comparar a abundância e riqueza entre todas as áreas de remanescente florestal e seus respectivos reflorestamentos. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Para facilitar a comparação deste trabalho com estudos anteriores, dois índices diferentes de similaridade (Sorensen e Renkonen) foram empregados na comparação da composição faunística de Euglossini de cada remanescente florestal e sua correspondente área de reflorestamento. O índice de Sorensen foi calculado aplicando-se a seguinte fórmula: $Q.S. = 2J / a+b$, onde a e b são os números de espécies que ocorrem nos habitats A e B , e J é o número de espécies presentes em ambos os habitats; e, para o cálculo da percentagem de similaridade de Renkonen foi aplicada a fórmula: $Sr = \sum \min(p_{1i}, p_{2i})$, 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). Nos últimos anos, este índice tem sido bastante usado em estudos comparativos envolvendo as faunas de Euglossini de diferentes áreas (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007; SILVEIRA et al., 2011; NEMÉSIO, 2013), desde que o mesmo é pouco influenciado pelo tamanho da amostra (WOLDA, 1981; ver também NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007).

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 $\times 100$ FO $\geq 50\%$ indica que a espécie é muito frequente (mf), se FO $< 50\%$ e $\geq 25\%$, a espécie é indicada como frequente (f), se FO $< 25\%$, a espécie é indicada como pouco frequente (pf). Já a dominância foi calculada como: $D = \text{abundância da espécie } i / \text{abundância total} \times 100$.

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).

3 RESULTADOS

Durante a realização do estudo, considerando todas as áreas de remanescentes florestais e reflorestamentos, foram coletados 435 machos de Euglossini, pertencentes aos gêneros *Euglossa* (346 machos, 7 espécies), *Eulaema* (42 machos, 1 espécie), *Exaerete* (14 machos, 1 espécie) e *Eufriesea* (33 machos, 1 espécie) (Tabela 1).

As espécies mais abundantes foram *Euglossa pleosticta* (116 machos), *Euglossa fimbriata* (106 machos) e *Eulaema nigrita* (42 machos). As outras espécies amostradas tiveram abundância inferior a 40 machos (Tabela 1).

Na área localizada em Alvorada do Sul foi coletado um total de 154 indivíduos (incluindo remanescente e reflorestamento), distribuídos em nove espécies e quatro gêneros: *Euglossa*, *Eulaema*, *Exaerete* e *Eufriesea*. O gênero *Euglossa* foi o mais diverso e abundante, com seis espécies e 112 indivíduos coletados (Tabela 1).

Nos sítios de amostragem em Congonhas, foram capturados 105 indivíduos, pertencentes a oito espécies e três gêneros: *Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea*. Como já observado, o gênero *Euglossa* também foi o mais representativo (91 indivíduos e 7 espécies), enquanto o gênero *Eufriesea* aparece com apenas um representante. Nenhum macho de *Exaerete* foi amostrado (Tabela 1).

No PEMG foram coletados 107 machos de Euglossini, pertencentes a nove espécies e três gêneros: *Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea*. Novamente o gênero *Euglossa* foi o mais abundante, com 103 indivíduos, e o mais diverso, compreendendo oito das nove espécies amostradas (Tabela 1). O gênero *Exaerete*

também não foi amostrado nesta área. *Euglossa annectans* foi amostrada exclusivamente nesta área, sendo a espécie mais abundante tanto no remanescente como no reflorestamento (16 e 20 indivíduos, respectivamente).

Em Primeiro de Maio foram coletados 79 machos de Euglossini. No entanto, a maior abundância e riqueza de espécies foi encontrada no remanescente (71 indivíduos e 8 espécies), onde *Eg. pleosticta* e *Eg. fimbriata* foram as espécies mais abundantes. Em contrapartida, foram amostradas apenas duas espécies (*Eg. fimbriata* e *El. nigrita*) e oito indivíduos no reflorestamento, a menor riqueza e abundância de espécies dentre todas as áreas.

Para todos os fragmentos estudados, em nenhum caso as curvas atingiram um platô (ou assíntota) claramente discernível (Fig. 5), resultados que são reforçados, na maioria dos casos, pelos estimadores não paramétricos (Jack 1 e Bootstrap 1). Os dois casos nos quais as curvas de rarefação se mostraram mais próximas a atingir a estabilização foram PM (remanescente) e Alvorada (remanescente e reflorestamento). De modo contrário, nas duas áreas de Congonhas e do PEMG foram os casos nos quais tanto as curvas de rarefação quanto os respectivos estimadores não paramétricos mostraram as tendências mais nítidas a inclinações mais acentuadas.

Figura 5 - Curvas de rarefação de espécies de Euglossini capturadas ao longo das seis amostragens nas oito áreas de estudo, incluindo as quatro áreas de remanescentes (REM) florestais de floresta estacional semidecidual e quatro áreas correspondentes de reflorestamento (REF), localizadas no estado do Paraná, sul do Brasil. (ALV = Alvorada), CON = Congonhas, PM = Primeiro de Maio e PEMG = Parque estadual Mata dos Godoy). Para cada curva de rarefação, são também apresentadas as correspondentes curvas geradas pelos estimadores não paramétricos Jack 1 (média) e Bootstrap (média).

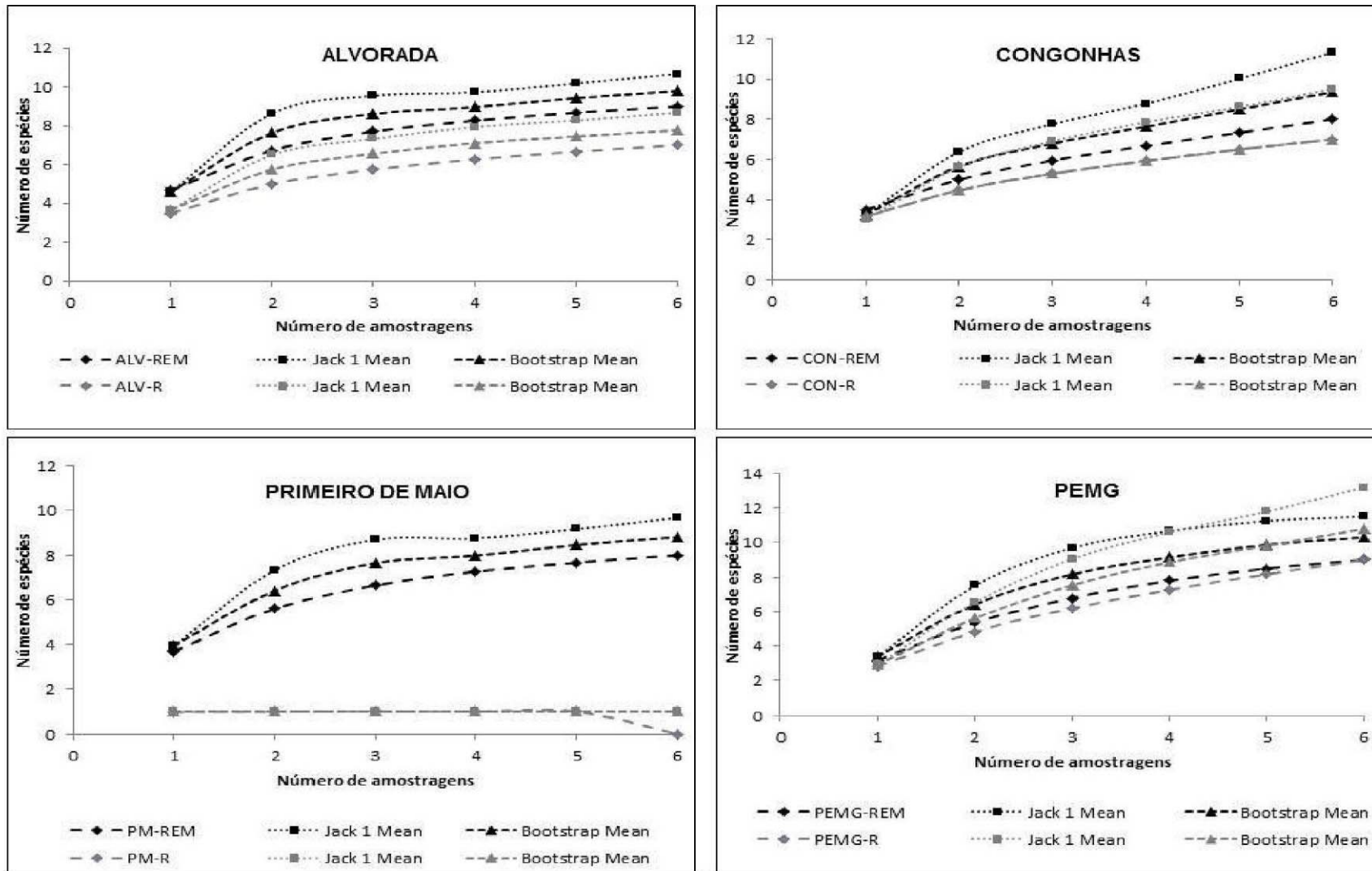


Tabela 1 - Espécies e abundâncias de machos de Euglossini coletados nas oito áreas de estudo, localizadas na região norte do estado do Paraná, sul do Brasil.

Espécies	ALV_{REM} (128,1 ha)	ALV_R (11,3 ha)	CON_{REM} (108 ha)	CON_R (11,8 ha)	PM_{REM} (32,1 ha)	PM_R (33,3 ha)	PEMG_{REM} (583,86 ha)	PEMG_R (96,14 ha)
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	13	9	6	7	8	0	3	3
<i>Euglossa pleosticta</i> Moure, 1967	35	8	20	11	28	0	4	9
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	15	19	17	16	17	4	5	13
<i>Euglossa melanotricha</i> Moure, 1967	2	6	3	1	2	0	1	1
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	8	9	10	4	3	4	3	1
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1844)	5	0	0	0	9	0	0	0
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	3	1	3	4	3	0	1	1
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	1	0	1	1	1	0	3	1
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)	8	2	1	0	0	0	15	7
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	0	0	0	0	0	0	16	20
Total de indivíduos	90	54	61	44	71	8	51	56
Total de espécies	9	7	8	7	8	2	9	9
Diversidade de Shannon (H')	H"=1,78	H"=1,69	H"=1,68	H"=1,61	H"=1,64	H"= 0,69	H"=1,80	H"= 1,70
Equitabilidade (J')	J"= 0,81	J"=0,87	J"=0,81	J"=0,83	J"=0,79	J"=1	J"=0,82	J"=0,78
Dominância de Berger-Parker (d)	d= 0,39	d=0,35	d= 0,33	d=0,36	d=0,39	d=0,50	d=0,31	d=0,36
Similaridade de Sorensen (Soij)	0,87		0,93		0,4		1,00	
Similaridade de Renkonen	64,3%		80,6%		28,1%		74%	

Nas diferentes colunas estão representadas as áreas remanescentes (_{REM}) e as correspondentes áreas de reflorestamento (_R), onde as coletas foram realizadas. ALV = Alvorada; CON = Congonhas; PM = Primeiro de Maio; PEMG = Parque Estadual Mata dos Godoy. Em parênteses nas colunas correspondentes aos fragmentos são fornecidos os tamanhos em hectare (ha) das oito áreas estudadas. Para as comunidades de Euglossini das diferentes áreas são fornecidos os valores de diversidade de Shannon (H"), equitabilidade de Pielou (J") e dominância de Berger-Parker. São fornecidos ainda os valores de similaridade, estimados pelos índices de Sorensen e Renkonen, nas comparações entre as faunas de Euglossini de cada remanescente florestal e sua correspondente área de reflorestamento.

Através do Teste de Mann-Whitney verificou-se que, com exceção do remanescente de Alvorada do Sul ($p < 0,05$; $p = 0,015$), não houve diferença significativa entre as duas metodologias de amostragem utilizadas (isca-odor de espera e armadilha com garrafa plástica) tanto para a abundância como para a riqueza de espécies de cada remanescente e reflorestamento estudado. Desta maneira, os dados obtidos por meio das duas metodologias de coleta foram agrupados para facilitar a análise dos mesmos (Tabela 2).

Tabela 2 - Abundância de indivíduos e número de espécies coletadas com rede entomológica e armadilhas de garrafa plástica em cada área de remanescente florestal e de reflorestamento amostradas. Nas diferentes colunas estão representadas as áreas remanescentes (REM) e as correspondentes áreas de reflorestamento (R), onde as coletas foram realizadas. ALV = Alvorada; CON = Congonhas; PM = Primeiro de Maio; PEMG = Parque Estadual Mata dos Godoy.

	Abundância			N° de espécies		
	Rede	Armadilha	Total	Rede	Armadilha	Total
ALV _{REM}	69*	21*	90	9	4	9
ALV _R	34	20	54	5	4	5
CON _{REM}	37	24	61	7	6	7
CON _R	18	26	44	5	6	7
PM _{REM}	58	13	71	7	6	8
PM _R	5	3	8	2	1	2
PEMG _{REM}	38	13	51	9	5	9
PEMG _R	31	25	56	7	7	9

* $p < 0,05$ ($p = 0,015$)

Diversidade e similaridade

O remanescente florestal do PEMG foi a área que apresentou a maior diversidade de abelhas Euglossini ($H'' = 1,80$; $J'' = 0,82$), seguido pelo ALV_{REM} ($H'' = 1,78$; $J'' = 0,81$) e PEMG_R ($H'' = 1,70$; $J'' = 0,78$). De maneira geral, quando se observa os sítios de estudo separadamente, é possível observar que todos os remanescentes florestais apresentaram um Índice de diversidade maior que seu respectivo reflorestamento. No entanto, essa diferença só se apresentou significativa ($p < 0,05$) entre o remanescente e o reflorestamento de Primeiro de Maio, o qual

apresentou o menor índice de diversidade de todas as áreas ($H'' = 0,69$).

Considerando a área de PEMG em separado, dois dos três reflorestamentos mais novos, ALV_R com 10 anos e CONG_R com 12 anos de idade tiveram a composição, riqueza e abundância muito similares aos remanescentes.

Em relação aos quocientes de similaridade de Sorensen, é possível verificar que para a área do PEMG, o remanescente e seu respectivo reflorestamento apresentaram Índice de similaridade máxima ($S_o = 1,00$). Para as áreas de Congonhas e Alvorada do Sul este índice também se apresentou alto ($S_o = 0,93$ e $0,87$, respectivamente), enquanto que o remanescente e o reflorestamento de Primeiro de Maio exibiram o menor índice encontrado ($S_o = 0,4$), que se deve principalmente ao baixo número de espécies e indivíduos amostrados no reflorestamento.

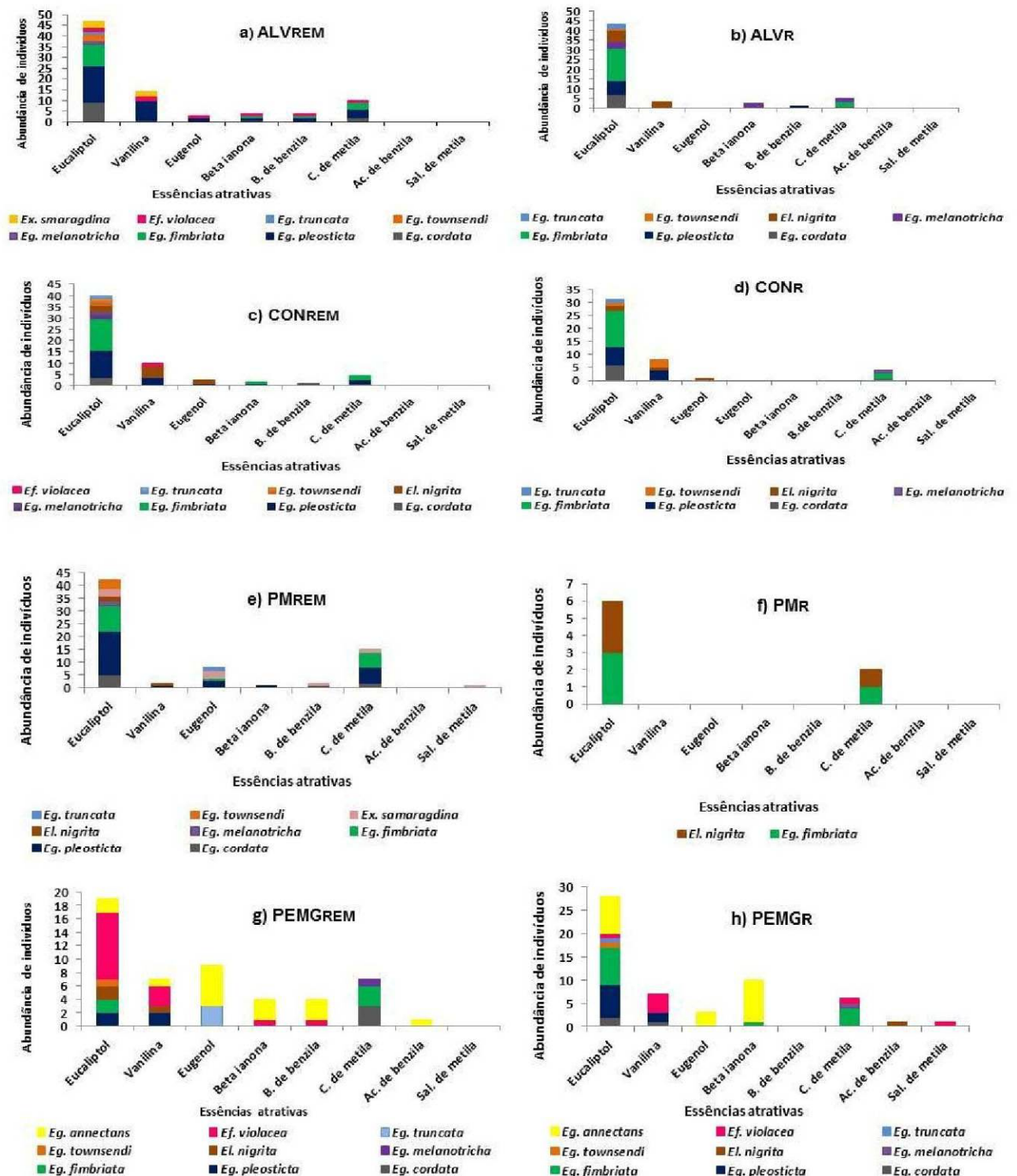
Das oito iscas-odores utilizadas, benzoato de benzila foi a essência química que menos recebeu visitantes, seguida de acetato de benzila e salicilato de metila. A isca-odor mais atrativa para todas as áreas amostradas foi o eucaliptol, com o cinamato de metila e a vanilina ocupando o segundo e terceiro postos, respectivamente (Fig. 8).

Considerando-se a abundância de machos superior a 5 indivíduos, foi possível observar diversos padrões quanto à preferência por essências por determinadas espécies de Euglossini. O eucaliptol caracterizou-se como a essência com maior atratividade considerando-se todas as áreas amostradas.

Euglossa annectans, apesar de amostrada somente no PEMG, visitou todas as essências utilizadas tanto no remanescente como no reflorestamento. Esta se apresentou portanto mais generalista na escolha de suas essências (Fig. 8), sendo que nas duas áreas de amostragem (PEMG_{REM} e PEMG_R) o eugenol foi atrativo somente para esta espécie.

Eufriesea violacea também foi amostrada em todas as fragrâncias quando coletadas nos dois maiores remanescentes (ALV_{REM} e CON_{REM}; Fig. 8), exibindo um comportamento igualmente generalista. Analisando a área de referência em separado (PEMG), verifica-se que esta mesma espécie só não foi coletada no eugenol e acetato de benzila tanto no remanescente como no reflorestamento, onde também não visitou a essência beta – ionona (Fig. 8).

Figura 6 - Número de machos das diferentes espécies de Euglossini atraídos aos diferentes tipos de fragrâncias nas oito áreas de estudo. Colunas da esquerda e direita correspondem às áreas de remanescentes florestais e reflorestamento, respectivamente. a) Remanescente e b) Reflorestamento de Alvorada; c) Remanescente e d) Reflorestamento de Congonhas; e) Remanescente e f) Reflorestamento de Congonhas; g) Remanescente e h) Reflorestamento do PEMG (Parque Estadual Mata dos Godoy). Observar que o número de machos (abundância) coletados em cada essência, representado no eixo y não estão em uma mesma escala.



Para *Euglossa fimbriata*, observou-se que esta manteve certa constância quanto ao padrão de visitação de essências em todas as áreas encontradas. Os machos dessa espécie preferiram principalmente o eucaliptol e o cinamato de metila, frequência que se manteve similar entre os diferentes sítios de estudo.

Eufriesea violacea apresentou padrões diferentes de visitação entre os fragmentos de ALVREM, CONREM, PEMGREM e PEMGR. Apenas a vanilina foi comum entre as três áreas, enquanto que a isca de salicilato de metila foi atrativa apenas na área do PEMGR.

A espécie *Euglossa pleosticta* foi amostrada preferencialmente nas iscas de eucaliptol e vanilina na maioria dos fragmentos. Ainda, os machos de *Eg. pleosticta* apresentaram um padrão mais abrangente de visitação nas áreas de ALVREM, PMREM e PEMGREM.

Nas áreas onde foi amostrada, *Euglossa townsendi* visitou apenas o eucaliptol e vanilina (CONR). Para *Eg. truncata*, o eucaliptol também se apresentou como essência mais atrativa.

Considerando-se as áreas de remanescente e reflorestamento agrupadas verificou-se que a maioria das espécies amostradas foi considerada comum (C) (Tabela 3).

Algumas espécies, no entanto, apresentaram variações de acordo com a área amostrada. *Eg. melanotricha* foi comum (C) apenas na área de Alvorada do Sul, sendo intermediária (I) nas outras áreas. *El. nigrita* foi considerada intermediária (I) apenas na área de PEMG, sendo comum (C) nos demais locais de estudo. *Ef. violacea* foi rara (R) para a área de Congonhas, onde foi amostrado apenas um espécime.

Tabela 3 - Dominância (D), frequência de ocorrência (FO) e a categoria (Ct) das espécies de Euglossini amostradas nas áreas de remanescente (REM) e de reflorestamento (R) de Alvorada do Sul (ALV), Congonhas (CON), Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) e Primeiro de Maio (PM), localizadas no estado do Paraná, sul do Brasil. *d= dominante, a= acessória, oc= ocasional; mf= muito frequente, f= frequente, pf= pouco frequente; C= comum, I= intermediária, R= rara. Para cada localidade são apresentados os resultados para as diferentes espécies em cada área de remanescente e de reflorestamento separadamente e também quando ambas as áreas foram agrupadas (REM+R). Também é apresentado o total combinado de indivíduos, de cada espécie, amostrado nas áreas remanescentes e suas respectivas áreas de reflorestamento.

Espécies	ALV				COM				PM				PEMG			
	ALV _{REM} D/FO/Ct	ALV _R D/FO/Ct	Total Indiv.	ALV _{REM+R} D/FO/Ct	CON _{REM} D/FO/Ct	CON _R D/FO/Ct	Total Indiv.	CON _{REM+R} D/FO/Ct	PM _{REM} D/FO/Ct	PM _R D/FO/Ct	Total Indiv.	PM _{REM+R} D/FO/Ct	PEMG _{REM} D/FO/Ct	PEMG _R D/FO/Ct	Total Indiv.	PEMG _{REM+R} D/FO/Ct
<i>Eg. Cordata</i>	d/mf/C	d/mf/C	22	d/mf/C	d/mf/C	d/mf/C	13	d/mf/C	d/mf/C	-	8	d/mf/C	d/f/I	d/mf/C	6	d/mf/C
<i>Eg. pleosticta</i>	d/mf/C	d/mf/C	43	d/mf/C	d/mf/C	d/mf/C	31	d/mf/C	d/mf/C	-	28	d/mf/C	d/f/I	d/f/I	13	d/mf/C
<i>Eg. fimbriata</i>	d/mf/C	d/mf/C	34	d/mf/C	d/mf/C	d/mf/C	33	d/mf/C	d/mf/C	d/f/I	21	d/mf/C	d/f/I	d/mf/C	18	d/mf/C
<i>Eg. melanotricha</i>	a/pf/C	d/mf/C	8	d/mf/C	a/pf/I	oc/pf/R	4	a/f/I	a/pf/I	-	2	a/pf/I	oc/pf/R	oc/pf/R	2	oc/f/I
<i>El. nigrita</i>	d/mf/C	d/f/I	17	d/mf/C	d/mf/C	d/f/I	14	d/mf/C	a/f/I	d/mf/C	7	d/mf/C	d/mf/C	oc/pf/R	4	a/mf/I
<i>Ex. smaragdina</i>	-	-	5	a/mf/C	-	-	0	-	d/mf/C	-	9	d/mf/C	-	-	0	-
<i>Eg. townsendi</i>	a/f/I	oc/pf/R	4	a/mf/I	a/pf/I	d/pf/I	7	d/f/I	a/mf/I	-	3	a/mf/I	oc/pf/R	oc/pf/R	2	oc/f/I
<i>Eg. truncata</i>	oc/pf/R	-	1	oc/pf/R	oc/pf/R	oc/pf/R	2	oc/f/I	oc/pf/R	-	1	oc/pf/R	d/pf/I	oc/pf/R	4	a/f/I
<i>Ef. violacea</i>	d/mf/I	a/pf/I	10	d/mf/C	oc/pf/R	-	1	oc/pf/R	-	-	0	-	d/mf/C	d/mf/C	22	d/mf/C
<i>Eg. annectans</i>	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	d/mf/C	d/mf/C	36	d/mf/C
TOTAL	-	-	144	-	-	-	105	-	-	-	79	-	-	-	107	-

4 DISCUSSÃO

Na contramão dos desmatamentos e outras formas de intervenção antrópica (considerada a maior causa da perda de biodiversidade) estão os reflorestamentos e as medidas de recuperação de áreas tomadas para minimizar esses efeitos. Tais medidas vêm sendo implantadas em vários países, inclusive nos trópicos (KAGEYAMA, 2003; RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

No entanto, uma das dificuldades está em se avaliar o sucesso de tais reflorestamentos. Alguns estudos têm lançado mão de ferramentas para tal análise, como a avaliação do restabelecimento de grupos funcionais, como polinizadores, dispersores e recicladores (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005; GOLET et al., 2009). Especificamente para as abelhas, ainda são escassos os estudos que avaliam o restabelecimento deste grupo em ambientes restaurados, especialmente na região Neotropical.

Embora alguns estudos venham apontando as abelhas Euglossini como um grupo sensível à fragmentação florestal (POWELL & POWELL, 1987; MORATO, 1994; SOFIA & SUZUKI, 2004; PARRA-H & NATES-PARRA, 2007; BROSI, 2009) os resultados obtidos no presente estudo, indicam que, pelo menos em termo das comunidades destas abelhas presentes áreas de Floresta Estacional Semidecidual (FES) na região estudada, tal afirmação encontra pouco ou nenhum suporte. A similaridade encontrada na abundância e riqueza de espécies de Euglossini entre remanescentes e suas respectivas áreas de reflorestamento, bem como a similaridade entre as faunas destas abelhas do PEMG (o remanescente estudado exibindo melhor grau de preservação) e das demais áreas estudadas indicam que o grupo como um todo responde pouco em termos de estrutura de comunidade às diferenças apresentadas pelas diferentes áreas.

Particularmente em termos de abundância, em concordância com os resultados do presente trabalho, que encontrou uma maior abundância de Euglossini em áreas mais perturbadas do que no PEMG, estão os estudos de Rincon et al. (1999) e Otero & Sandino (2003), que também reportam uma maior abundância destas abelhas em áreas mais perturbadas do que em áreas mais preservadas. Ainda, em um estudo comparando a riqueza e abundância de Euglossini em 22 fragmentos florestais, com tamanhos variando de 0,25 a 230 ha em tamanho, Brosi (2009) encontrou uma correlação positiva entre estes dois parâmetros e a

quantidade de borda dos fragmentos estudados. Embora, de maneira geral, o esperado seja que fragmentos florestais maiores e menos perturbados forneçam mais recursos aos visitantes florais, e dessa maneira apresentem uma maior riqueza de espécies (PERUQUETTI et al., 1999), de acordo com Brosi (2009), as bordas de fragmentos florestais, onde a vegetação secundária é característica, poderiam constituir locais com relativamente alta disponibilidade de recursos para estas abelhas, o que explicaria as altas abundâncias que têm sido registradas para Euglossini em tais áreas (RINCON et al., 1999; OTERO & SANDINO, 2003; BROSI, 2009; RASMUSSEN, 2009).

Outra possível explicação para a baixa abundância de Euglossini encontrada para o PEMG poderia estar relacionada à distribuição de recursos em diferentes “hot spots” (por exemplo: manchas de fragrâncias e produção de néctar nas flores), que podem ocasionar uma estruturação espacial em pequena escala em machos de Euglossini (TONHASCA et al., 2003). Uma floresta aparentemente homogênea representa na verdade um grande mosaico de diversos micro habitats criados pela distribuição das espécies vegetais (e outras fontes de fragrâncias) e pelo padrão de floração das mesmas. Sítios de amostragem distintos em um mesmo habitat podem usualmente se distinguir a partir de diferentes tipos de “hot spots” de recursos, e dessa maneira as abelhas de determinado local em um determinado momento irão variar de acordo com essa distribuição (ARMBRUSTER, 1993). O reconhecido comportamento exploratório das abelhas na busca por recursos possibilita a estes insetos procurarem por recursos que podem estar dispersos heterogeneamente por todo o ecossistema (CRESSWELL, 2000), o que possivelmente resulta em diferenças na distribuição dos indivíduos (SILVEIRA et al., 2011).

Em termos de composição de espécies, os resultados encontrados revelam que as espécies de Euglossini coletadas nos diferentes fragmentos florestais estudados, tanto nas áreas remanescentes quanto de reflorestamento, são as mesmas já relatadas por outros autores para região estudada (SOFIA & SUZUKI, 2004; SOFIA et al., 2004). Sofia & Suzuki (2004) realizaram um estudo em três fragmentos florestais no município de Londrina – PR, onde encontraram sete espécies de Euglossini, pertencentes a quatro gêneros. Segundo os autores, a área mais representativa foi o remanescente do Parque Estadual “Mata dos Godoy”, que compõe um dos sítios de estudo deste trabalho. No período de novembro de 2001 a

abril de 2002, estas autoras coletaram 152 machos de Euglossini, abundância superior à encontrada neste estudo. Em contrapartida, o número de espécies encontradas foi inferior ao encontrado no presente estudo.

Várias das espécies amostradas no presente trabalho têm também sido reconhecidas para outras áreas de Floresta Estacional Semidecidual, localizadas no sudeste do Brasil (Rebêlo & Garófalo 1991, 1997; Silveira et al. 2011), com algumas destas espécies, a exemplo de *Euglossa fimbriata*, *Euglossa pleosticta* e *Euglossa truncata* com uma reconhecida associação com florestas de interior de Mata Atlântica, como as florestas estacionais semidecíduais (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007; SYDNEY et al., 2010; MATTOZO et al., 2011).

As curvas de acumulação e os valores dos estimadores de riqueza demonstram que mais espécies poderiam ter sido amostradas. No entanto, ainda que os estimadores de riqueza apresentem baixa sensibilidade, é possível que este padrão heterogêneo na distribuição de uma comunidade influencie a resposta das curvas. Além disso, a não estabilização da curva é um resultado frequente em inventários de insetos (BROSI, 2009).

Apesar das áreas de reflorestamento adjacentes aos remanescentes florestais serem relativamente pequenas (a maior área possui 96,14 ha e a menor 11,3 ha), tem sido sugerido que a composição da fauna de Euglossini parece ser determinada muito mais pela qualidade dos recursos ofertados do que pela idade ou o tamanho da vegetação (HEDSTRÖM et al., 2006). Além disto, considerando-se a elevada capacidade olfativa (HEDSTRÖM et al., 2006) e de voo destas abelhas (JANZEN, 1971) e ainda, a proximidade entre as áreas reflorestadas e seus remanescentes, não se deve descartar aqui que as espécies de Euglossini coletadas nas áreas reflorestadas estejam apenas sendo atraídas pela presença das iscas-odores disponibilizadas nestes locais, sendo tais abelhas provavelmente oriundas dos remanescentes próximos.

As espécies do gênero *Euglossa* parecem ser mais exigentes com relação à escolha de seus habitats do que as do gênero *Eulaema*, por exemplo. Sua distribuição é mais restrita, e suas populações respondem de maneira diferenciada aos impactos da fragmentação (SOFIA & SUZUKI, 2004). Rebêlo & Garófalo (1991) apresentam um estudo similar em florestas semidecíduas do nordeste de São Paulo, onde *Eg. pleosticta* compôs mais de 50% dos machos amostrados. *Euglossa pleosticta* foi a espécie mais abundante nas áreas remanescentes de ALV, CONG e

PM.

Algumas espécies de Euglossini parecem ainda se beneficiar de alguns efeitos da perturbação antrópica, uma vez que podem nidificar em locais que sofreram desmatamento e hoje compõe uma vegetação secundária (BECKER et al., 1991), além de diversas fontes de pólen utilizadas por estas abelhas ocorrerem preferencialmente em áreas mais perturbadas (PERUQUETTI et al., 1999). *Euglossa cordata* se caracteriza como uma dessas espécies. Frequentemente amostrada em áreas abertas e com alto grau de degradação, esta foi amostrada em todos os sítios de estudo, com exceção do reflorestamento de PM. Tal fato é surpreendente, pois é sabido que essas abelhas são capazes de cruzar fragmentos de até 4 km de distância entre si (RAW, 1989; PERUQUETTI et al., 1999), e esperava-se amostrá-la na única área onde remanescente e reflorestamento estão desconectados. Isso reforça a importância de corredores ecológicos que facilitem o fluxo dessas abelhas, ou então subsidiam a hipótese de que este reflorestamento ainda se apresente pouco robusto e atrativo para algumas espécies de Euglossini. É possível ainda que exista uma relação, além da distância entre fragmentos, entre o tamanho da área remanescente (que funcionaria como “área fonte” numa analogia à teoria de biogeografia de ilhas com áreas fragmentadas) e o reflorestamento. No entanto, para tais afirmações seriam necessárias mais replicações e um aprofundamento do estudo em questão.

O remanescente de Primeiro de Maio está distante cerca de 200m do reflorestamento, sendo esta a única área que não apresenta conexão entre os sítios de amostragem. Como relatado, PM_R foi a área com menor riqueza e abundância de machos de Euglossini, com oito indivíduos e apenas duas espécies amostradas: *El. nigrita* e *Eg. fimbriata*; espécies estas comuns (C) em todas as áreas de estudo. Sabe-se que as abelhas Euglossini têm uma preferência por florestas densas e úmidas (DRESSLER, 1982; ROUBIK & HANSON, 2004). No entanto, a capacidade deste grupo de percorrer longas distâncias para a obtenção de recursos explica muitas vezes a presença dessas abelhas em manchas florestais inseridas no contexto agrícola, principalmente quando se trata de florestas primárias/secundárias. Contudo, a cobertura florestal ligando essas áreas pode permitir a formação de um corredor ecológico importante para a migração destas abelhas entre sítios para viagens de coleta e exploração de recursos (HEDSTRÖM et al., 2006).

De acordo com Milet-Pinheiro & Schlindwein (2005), uma distância de 10m da borda de uma floresta é capaz de reduzir significativamente a riqueza de machos de Euglossini.

Sendo assim é possível que a baixa diversidade encontrada no PM_R esteja relacionada com a falta de ligação entre as áreas remanescente e reflorestada.

Como destacado anteriormente, algumas espécies de Euglossini têm também sido consideradas de áreas menos perturbadas (PARRA-H & NATES-PARRA, 2007; GIANGARELLI et al., 2009). De acordo com Giangarelli et al. (2009), *Efriezea violácea* é sugerida como uma espécie sensível à redução do tamanho dos fragmentos, sendo necessária uma área de maior cobertura vegetal para sua ocorrência e sobrevivência. Esta condição parece corroborar os dados encontrados neste estudo, pois *Ef. violacea* foi muito frequente (mf) nas duas maiores áreas de remanescente florestal: PEMG (583,86 ha) e ALV (128,1 ha), e pouco frequente (pf) em CONG, área de tamanho intermediário (108 ha). Na menor área de remanescente, PM (33, 3 ha), *Ef. violacea* não foi amostrada. No presente estudo, *Ef. violacea* foi uma espécie comum (C) nas áreas de ALV e PEMG. Para CONG, esta foi classificada como rara (R), sendo amostrado apenas um espécime. A presença desta espécie nos reflorestamentos de ALV e PEMG reflete ainda que tais áreas podem estar servindo como locais às visitas de machos destas abelhas, um aspecto positivo a ser aqui também considerado.

Ainda, no presente estudo, existem fortes indícios de que *Euglossa annectans* seja outra espécie sensível à perturbação ambiental, sendo esta potencialmente uma indicadora de áreas mais preservadas (SOFIA, comunicação pessoal). No PEMG esta abelha foi uma espécie comum (C) tanto no remanescente quanto no reflorestamento, enquanto para todas as demais áreas estudadas ela esteve ausente das amostras coletadas. Sofia et. (2004) não amostraram esta espécie em 2004 em estudo realizado no PEMG_{REM}, e atualmente, no estado do Paraná, esta espécie tem sido amostrada com maior frequência em alguns fragmentos mais preservados (SOFIA, dados não publicados). A coleta desta espécie na mesma área 10 anos depois pode sugerir que sua presença esteja relacionada ao desenvolvimento da vegetação, que à medida que oferece maior quantidade de recursos é capaz de sustentar sua ocorrência. Ainda em relação à

Euglossa annectans, chama atenção o fato de que nas únicas duas áreas onde esta espécie foi amostrada (PEMG: remanescente e reflorestamento), a mesma mostrou uma nítida plasticidade na exploração das fragrâncias oferecidas. Embora tal comportamento seja difícil de ser explicado de forma concreta, ao se considerar que esta espécie esteve presente apenas nas duas áreas apresentando a melhor condição de preservação dentre todas amostradas, não se pode descartar a hipótese de que a limitação na disponibilidade de uma maior gama de recursos florais seja um fator associado à ausência desta espécie em áreas mais perturbadas. Considerando-se que a coleta de fragrâncias por parte dos machos de Euglossini ocorre para a conversão destas em sinais químicos (feromônios), os quais são utilizados em comportamentos de corte (para atração sexual de fêmeas) (DRESSLER, 1982; CAMERON, 2004; ELTZ et al., 2007) ou territoriais (CAMERON, 2004; ELTZ et al., 2007), tem sido sugerido que uma maior complexidade no conjunto de fragrâncias coletadas por machos destas abelhas poderia expressar uma maior aptidão por parte destes machos (CAMERON, 2004). Neste sentido, no caso de *Eg. annectans*, maiores estudos seriam importantes para investigar se estratégias distintas de coleta destas fragrâncias estariam ou não de acordo com esta hipótese.

De modo diverso à *Ef. violacea* e outras espécies da tribo, *Eulaema nigrita* tem sido considerada como uma espécie comum a ambientes mais perturbados (PERUQUETTI et al., 1999; BEZERRA & MARTINS, 2001). *El. nigrita* foi amostrada em todas as áreas de estudo, apoiando outros resultados que sugerem que tal espécie seja capaz de explorar fragmentos de tamanhos bastante distintos (SOFIA & SUZUKI, 2004). É possível que esta espécie seja mais resistente às pressões ambientais, apresentando uma maior plasticidade fisiológica que permite sua adaptação a ambientes mais degradados, permitindo sua ocorrência (BEZERRA & MARTINS, 2001; SILVA et al., 2009). *Euglossa fimbriata* também foi abundantemente amostrada em todos os sítios de coleta, sendo comum (C) em todas as áreas amostradas (considerando-se REM + R), apresentando do mesmo modo uma alta plasticidade para ocupar ambientes com diferentes graus de perturbação. *Exaerete smaragdina*, por sua vez, foi amostrada em ALV_{REM} e PM_{REM}. Morato (1994) sugere que essa espécie seja sensível a áreas abertas, contudo Sofia & Suzuki (2004) reportam a ocorrência desta espécie para o menor fragmento e mais isolado dos três estudados por estas autoras. A presença desta espécie cleptoparasita está relacionada à presença de *El. nigrita*, que é

sua hospedeira (NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007).

Segundo Rebêlo & Garófalo (1997), Nemésio (2009) e Sofia et al. (2004) a estrutura da comunidade de abelhas das orquídeas na região Neotropical exhibe um padrão com muitos indivíduos de uma espécie dominante e um grande número de espécies representadas por poucos indivíduos. Neste estudo tal padrão foi pouco observado, uma vez que os índices de equitabilidade foram altos em todas as áreas e os índices de dominância de Berger-Parker homogêneos e similares entre as áreas estudadas (novamente, com exceção de PMR).

Tomando-se em conjunto, é possível que os resultados encontrados possam apenas estar refletindo a estrutura atual da vegetação local e fauna associada a esta. Desta maneira, seria de grande valia estudos adicionais em outros reflorestamentos, para que se possa tentar compreender melhor a presença deste grupo tão importante de abelhas em áreas reflorestadas. De qualquer modo, os resultados encontrados sugerem fortemente que, particularmente no caso de comunidades de Euglossini, a proximidade da área a ser reflorestada em relação aos remanescentes florestais existentes localmente seja levada em consideração. Constitui ainda conclusão importante deste estudo o resultado que aponta *Euglossa annectans* como uma espécie de Euglossini aparentemente sensível à perturbação ambiental.

5 CONCLUSÕES

- Remanescentes florestais e áreas de reflorestamento, de maneira geral, diferiram pouco em suas comunidades de Euglossini;
- Uma maior proximidade entre remanescentes florestais e áreas de reflorestamento parece ser uma condição importante para que abelhas Euglossini possam explorar recursos nas áreas reflorestadas;
- *Euglossa annectans* é uma espécie de Euglossini provavelmente mais sensível à degradação ambiental do que as demais espécies amostradas para as oito áreas de Floresta Estacional Semidecidual estudadas no presente trabalho;
- Os resultados encontrados apontam que apenas algumas espécies do grupo parecem se mostrar sensíveis à fragmentação e/ou perturbação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, P.E.F.; FREITAS, R.F.; AUGUSTO, S.C. Diversity of Euglossini (hymenoptera: apidae) in Cerrado areas of Triângulo Mineiro, MG. **Bioscience Journal**, v.23, p. 30-37, 2007.
- AMBRUSTER, W. S. Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male euglossine bees: possible causes and implications. *Biotropica*, New Jersey, v. 25, n. 2, p. 122–128, 1993.
- 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**, n. 3, v. 18, p. 823-835, 2001.
- BROSI, B.J. The effects of forest fragmentation on euglossini bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation**, n. 2, v. 142, p. 414-123, 2009.
- CAMERON, S.A. Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Review Entomology**, v.49, p.377-404, 2004.
- CAVALHEIRO, A.L. et al. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: MEDRI ME, BIANCHINI E, SHIBATTA AO AND PIMENTA JA (Eds), **A bacia do rio Tibagi, Londrina**, p. 213-24, 2002.
- CRESSWELL, J. E. A comparison of bumblebees' movements in uniform and aggregated distributions of their forage plant. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 19–25. 2000.
- DODSON, C.H.; R.L. DRESSLER; H.G. HILLS; R.M. ADAMS; N.H. WILLIAMS. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, v. 164, p.1243-1249. 1969.
- DRESSLER, R.L. Biology of orchid bees (Euglossini). **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, p. 373-394. 1982.
- ELTZ, T.; ZIMMERMANN, Y.; HAFTMANN, J.; TWELE, R.; FRANCKE, W.; QUEZADA-EUAN; J.J.G.; LUNAU, K. Enflourage, lipid recycling and the origin of nperfume collection in orchid bees. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 274, 2843–2848. 2007.
- GIANGARELLI, D. C.; FREIRIA, G. A.; COLATRELI, O. P.; SUZUKI, K. M.; SOFIA, S. H. *Eufriesea violacea* (Blanchard): a euglossine species potentially sensitive to forest patch deterioration in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 610–615. 2009.

GOLET, G.H.; GARDALI, T.; HUNT, J.W.; KOENIG, D.A.; WILLIAMS, M. Temporal and Taxonomic Variability in Response of Fauna to Riparian Restoration. **Restoration Ecology**. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2009.00525.x. 2009.

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.

HEDSTROM, I.; HARRIS, J.; FERGUS, K. Euglossine bees as potential bio-indicators of coffee farms: Does forest access, on a seasonal basis, affect abundance? **Revista de Biologia Tropical**. V. 54, n.3, p. 965-969, 2006.

JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, n. 171, p. 203-204. 1971.

KAGEYAMA, P. Y. Reflexos e potenciais da resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. **Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas**, p. 7-12. 2003.

LAURENCE W.F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, p.137-142. 2009.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: J. Olympio. 2002. 450p.

MATTOZO, V.C.; FARIA, L.R.R., MELO, G.A.R. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in the coastal forests of southern Brazil: diversity, efficiency of sampling methods and comparison with other Atlantic forest surveys. **Papéis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 51, n. 33, p. 505-515. 2011.

MENDONÇA, F. A. A tipologia climática: gênese, características e tendências. *In*: Stipp, N. A. F. org. **Macronozamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Tibagi (PR)**. Londrina, UEL. p.21-68. 2000.

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.

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/IEFMG, MMA/SBF. Brasília. 40p, 2000.

MORATO, E.F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera:Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, **Série Zoológica**, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.

MOURE, J.S.; MELO, G.A.R.; URBAN.D. 2012. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region - online version**. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 20/05/2014.

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, 1993. **Pollination Systems and Plant Diversity** páginas 143-167 in: Lasalle, J.; Gauld, I.D. Hymenoptera and Biodiversity, 1.ed. CAB International.

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F.A. Euglossine bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini) of Atlantic forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, p.186-191.2007.

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

NEMÉSIO, A. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of „Reserva Biológica de Una“, a hotspot in the Atlantic Forest of southern Bahia, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 73, n. 2, p. 347-352, 2013.

OLIVEIRA-FILHO A.T., FONTES, M.A.M. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793–810. 2000.

OTERO, J.T.; SANDINO, J.C. Capture rates of male euglossine bees across a human intervention gradient, Chocó region, Colombia. **Biotropica**, v.35, p.520–529. 2003.

PALMA, S. Contribución al estudios de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos ecológicos, in: **II Simpósio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica**, Univ. D^o Oriente, Venezuela 2, p.119-133, 1975.

PARRA-H, A.; NATES-PARRA, G. Variación de la comunidad de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Apidae) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano. **Revista de Biología Tropical** , v. 55, p. 931-941.2007.

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.

POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N. Population dynamics of euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, n. 2, v. 19, p.176-179.1987.

RASMUSSEN, C. Diversity and Abundance of Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a Tropical Rainforest Succession. **Neotropical Entomology**, v.38, p. 066-073. 2009.

RAW, A. The dispersal of Euglossini bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 1, p. 103-107. 1989.

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. 5, n. 4, p. 787-799, 1991.

REBÊLO, J.M.M.; GARÓFALO, C.A. Comunidades de Machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em Matas Semidecíduas do Nordeste do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 243-255, 1997.

REBÊLO, J.M.M. **História Natural das Euglossineas**. São Luis: ed. Lithograf, 2001.

RINCON, R.M.; ROUBIK, D.W.; FINEGAN, B.; DELGADO, D.; ZAMORA, N. Regeneration in tropical rain forest managed for timber production: understory bees and their floral resources in a logged and silviculturally treated Costa Rican forest. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.72, p. 379–393. 1999.

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.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3. Ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2004. p. 235-247.

ROUBIK, D.W.; HANSON, P.E. **Abejas de orquídeas de la America tropical - Biología y guía de campo**. Costa Rica: Editorial INBio. 2004. 370p.

RUIZ-JAEN, M.C.; AIDE, T.M. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. **Forest Ecology and Management**, v. 218, p. 159–173, 2005.

SANTOS, A.M., SOFIA, S.H. Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua no norte do estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, n. 24, p. 375-381. 2002.

SER, SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

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, n. 2, p. 186-196, 2009.

SILVEIRA, G.C.; NASCIMENTO, A.M.; SOFIA, S.H.; AUGUSTO, S.C. Diversity of the euglossine bee community (Hymenoptera, Apidae) of an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, n. 55, v. 1, p. 109–115, 2011.

SOFIA, S.H., SUZUKI, K.M. Comunidades 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. **Nossa causa**: A Mata Atlântica. 2013. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em 22 novembro 2013.

SUGANUMA, M. S. **Avaliação de sucesso da restauração florestal baseada em estrutura florestal e processos do ecossistema**. 2008. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SYDNEY, N.V.; GONÇALVES, R.B.; FARIA, L.R.R. Padrões espaciais na distribuição de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) da região Neotropical. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.50, p.693-699. 2010.

TABARELLI, M., SILVA, J.M.C.; GASCON, C. 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, n. 13, p. 1419-1425. 2004.

TONHASCA JR., A.; BLACKMER, J. L.; ALBUQUERQUE, G. S. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 34, p. 416-422, 2002.

TONHASCA JR., A.; ALBUQUERQUE, G.S.; BLACKMER, J.L. Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 990-102. 2003.

TOREZAN, J.M. **Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi**. In M.E. Medri, E. Bianchini, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta (eds.), A bacia do rio Tibagi. Londrina: Editora dos Editores, 2002. 595p.

TOREZAN, J.M.D. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Editora Itedes, 2006. 169p.

WOLDA, H. Similarity indices, Sample size and Diversity. **Oecologia (Berl.)**, v. 50, p. 296-302. 1981.

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. Alvesdos- Santos, Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESC, Criciúma, 2003.

ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey. 1996. 663p.