

Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica na bacia do Rio São João, RJ.

André Villaça Ramalho

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

Campos dos Goytacazes –RJ

Abril de 2006

Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica na bacia do Rio São João, RJ.

André Villaça Ramalho

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em dia 18 de abril de 2006

Comissão Examinadora:

Prof. Isabel Alves dos Santos (Doutora, Ecologia de Abelhas Nativas) – USP

Prof. Leandro Rabello Monteiro (Doutor, Evolução) – UENF

Prof. Gilberto Soares Albuquerque (Doutor, Ecologia de Insetos) - UENF

Orientadora: Prof. Maria Cristina Gaglianone (Doutora, Ecologia de Insetos) - UENF

A minha família e amigos.

Agradecimentos

A professora Maria Cristina Gaglianone por todo conhecimento e experiência transmitidos ao longo desses três anos de convívio, e pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho.

Aos professores do laboratório de ciências ambientais da UENF, em especial aos professores Ruiz Miranda e Leandro Monteiro por integrarem meu CA (comitê de acompanhamento) e prestarem importantes sugestões ao trabalho, também ao prof. Marcelo Trindade por colaborar para a realização das saídas de campo.

Ao professor Gilberto Albuquerque por todos os conselhos desde a defesa do projeto, a ajuda com a literatura. Ao Dr. Márcio de Oliveira professor do INPA, pela ajuda com a identificação dos animais e pela ajuda durante a formulação do projeto.

Aos técnicos Nil e Helmo pelo grande auxílio prestado ao longo do período de coleta, tornando viável a realização da coleta de dados, e pela companhia que ajudou a tornar o trabalho mais descontraído. A Carlos e Léo pela pelo suporte prestado as idas de campo nos fragmentos do Imbaú e pela amizade gerada ao longo do estudo.

A todo o pessoal que conviveu na casa de Silva Jardim, posto avançado de operações, em especial a Cássia que manteve a organização e o ambiente sadio a todos que lá freqüentaram.

Ao IBAMA, a direção da Reserva Biológica União por permitirem a realização deste estudo, e por todo o suporte oferecido, assim como aos proprietários das áreas que continham os demais fragmentos. Ao CEPF (Critical Ecosystems Partnership Fund) por financiarem o projeto, assim com a FAPERJ-UENF por concederem a bolsa de estudo. A Associação Mico-Leão-Dourado, em especial ao setor de geoprocessamento por desenvolverem os mapas mostrados neste estudo.

A todos os alunos do grupo da prof. Maria Cristina: André, Leandro, William, Cristine, Lorena, Beth, Giseli, Anselma e Gislaine por formarem um fiel time de estudantes sempre dispostos a ajudar uns aos outros e que ao longo do tempo que passei no laboratório foram sempre muito companheiros e tornaram o convívio alegre e

mantiverem o astral sempre alto. Em especial gostaria de agradecer a William, Cristine e Anselma pela grande ajuda, principalmente na segunda parte do estudo.

Aos alunos do curso de Ecologia e Recursos Naturais por compartilharem momentos de aprendizado e diversão, em especial as duas Gisele, Marcela, Gabi, Bruno Masi, Juninho.

Aos todos os meus amigos (galera da pelada, da UENF, da minha ex-turma de graduação, etc...), que sempre presentes colaboraram muito proporcionando momentos de diversão e distração, essenciais para aliviar o estresse, manter a forma e a saúde. A minha namorada Cristine, por ser uma ótima companheira, sempre me dar apoio nos momentos mais difíceis e nos fáceis também, compartilhar experiências e principalmente por todos os bons momentos de convívio que desfrutamos.

Por último gostaria de agradecer a toda minha família por fornecer um ótimo ambiente de vivência, pela educação, companheirismo, apoio, respeito e ensinamentos. Em especial a meus pais, Cristina e Jair, que sempre confiaram em mim e me deram força e incentivos de forma atenciosa a conquistar meus objetivos.

Índice

Resumo	7
Abstract	8
Capítulo 1	9
1.0. Introdução geral	9
1.0.1. Mata Atlântica	9
1.0.2. Fragmentação e seus efeitos sobre as comunidades de abelhas	10
1.0.3. As abelhas Euglossini e sua interação com as orquídeas	11
1.1. Justificativa	15
1.2. Objetivos gerais	16
1.3. Áreas de estudo	17
1.3.1. Reserva Biológica União	17
1.3.2. A região do Imbaú e os fragmentos selecionados	18
Capítulo 2 - Composição, riqueza, abundância e sazonalidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica da bacia do rio São João, RJ.	23
2.0. Introdução	23
2.1. Material e métodos	25
2.1.1. Área de estudo	25
2.1.2. Métodos para captura e armazenagem dos animais e análise dos dados	25
2.2. Resultados	29
2.2.1 Atratividade das iscas aromáticas	29
2.2.2. Composição, abundância e riqueza de espécies	31
2.2.3. Sazonalidade	36
2.2.4. Análise da diversidade de espécies	40
2.3. Discussão	42

Capítulo 3 - Dispersão de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) entre remanescentes de Mata Atlântica da bacia do Rio São João, RJ.	50
3.0. Introdução	50
3.1. Material e métodos	51
3.1.1. Área de estudo	51
3.1.2. Método para a captura e recaptura das abelhas Euglossini	51
3.2. Resultados	52
3.3. Discussão	54
Capítulo 4 – Considerações finais	57
Referências bibliográficas	58

Lista das Figuras

- Figura 1.3.1 – Localização e área da Bacia do rio São João, situada nos municípios de Casimiro de Abreu e Silva Jardim, RJ. 19**
- Figura 1.3.2 – Localização dos fragmentos situados na região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) utilizados ao longo de todo o estudo. 20**
- Figura 2.1.1 – Armadilha confeccionada a partir de garrafas pet que foi instalada nas estações de coleta nas áreas selecionadas, R.B.União em Casimiro de Abreu (RJ) e nos fragmentos da região do Imbaú em Silva Jardim (RJ). 25**
- Figura 2.1.2 – Temperatura média e precipitação ao longo dos meses de coleta (novembro de 2004 e outubro de 2005) para a área da bacia do rio São João. 28**
- Figura 2.1.3 – Dados microclimáticos (temperatura média em barras e umidade relativa em linhas) coletados nos dias de coleta de dados entre novembro de 2004 a outubro de 2005). 28**
- Figura 2.2.1 – Utilização das iscas aromáticas por machos de Euglossini calculada a partir do total de indivíduos coletados durante um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 30**
- Figura 2.2.2 – Análise de curvas de rarefação para a riqueza de espécies de Euglossini em função da abundância ao longo de um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 35**
- Figura 2.2.3 – Abundância média por ponto de amostragem de Euglossinis por mês ao longo de 12 meses de coleta nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 37**

Figura 2.2.4 – Distribuição das 17 espécies capturadas ao longo de 12 meses nos fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 37

Figura 2.2.5 – Variação da abundância dos machos de Euglossini das espécies mais abundantes, atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 38

Figura 2.2.6 – Variação da abundância dos machos de Euglossini das espécies *E. analis* (A), *E. ignita* (B), *E. iopoecila* (C) e *E. pleosticta* (D) atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 39

Figura 2.2.7 – Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com sua abundância relativa (tabela 2.2.4) em escala logarítmica, de Euglossini atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). 41

Lista das Tabelas

- Tabela 1.3.1 - Dados fitossociológicos dos fragmentos florestais, segundo Carvalho, 2005, com base em levantamento das espécies vegetais arbóreas com DAP \geq 5 cm e DAP \geq 10 .** 21
- Tabela 1.3.2 - Histórico de perturbação antrópica nos fragmentos de Mata Atlântica estudados na região de Imbaú (Silva Jardim, RJ), segundo Carvalho (2005).** 22
- Tabela 2.2.1 - Número de indivíduos e espécies de Euglossini atraídos a armadilha com diferentes iscas aromáticas ao longo de um ano (novembro 2004 e outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).** 30
- Tabela 2.2.2 - Abundância total, abundância média por ponto amostral e riqueza das abelhas Euglossini capturadas com armadilhas de iscas aromáticas durante um ano (novembro 2004 e outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).** 32
- Tabela 2.2.3 - Composição, ocorrência em número de meses e atração a iscas das espécies de Euglossini entre novembro de 2004 e outubro de 2005) na Reserva Biológica União (Casimiro de Abreu, RJ) e nos fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ).** 33
- Tabela 2.2.4 - Abundância relativa (valores aproximados) e dominância (índice de Berger-Parker) de machos de Euglossini atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).** 34
- Tabela 2.2.5 - Tamanho das áreas estudadas, diversidade arbórea (dado extraído de Carvalho, 2005) e diversidade de machos de Euglossini (índice de Shannon), atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005.** 40

Tabela 2.2.6 – Similaridade (Renkonnen) entre os quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e a R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ) quanto a composição de espécies de Euglossini atraídas a iscas aromáticas ao longo de um ano de coleta (novembro 2004 a outubro 2005). 41

Tabela 3.2.1 - Total de indivíduos marcados e recapturados por espécie ao longo de 4 dias nos fragmentos selecionados da região do Imbaú em Silva Jardim, RJ. 52

Tabela 3.2.2 - Dispersão de *Euglossa cordata* entre os fragmentos selecionados da região do Imbaú em Silva Jardim, RJ. 53

Resumo

A tribo Euglossini (Hymenoptera, Apidae) tem sido indicada como um grupo com grande potencial para estudos de conservação que avaliam efeitos da fragmentação e perda de habitat sobre estas abelhas. Os objetivos deste estudo foram (1) analisar a riqueza e composição de espécies, abundância e sazonalidade de Euglossini, em remanescentes de Mata Atlântica de baixada na bacia do Rio São João, com diferentes níveis de alteração antrópica, (2) comparar os resultados obtidos entre as áreas, visando relacionar os efeitos de variáveis do hábitat (diversidade arbórea e tamanho da área) sobre a diversidade de Euglossini e (3) verificar se ocorre dispersão destas abelhas entre os fragmentos da região do Imbaú. A comunidade de abelhas Euglossini foi amostrada através de armadilhas com iscas aromáticas, ao longo de 12 meses (novembro de 2004 a outubro de 2005) em cinco remanescentes de Mata Atlântica de baixada com diferentes tamanhos e níveis de degradação: Reserva Biológica União (3126 ha), Andorinhas (145 ha), Imbaú (130 ha), Estreito (21,5 ha) e Afetiva (19 ha). Foram capturados 4573 indivíduos de três gêneros (*Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*) e 17 espécies nas cinco áreas. As espécies mais abundantes foram *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata*, *E. nigrita* e *Euglossa sapphirina*, sendo maior a importância relativa destas espécies nos fragmentos menores. Cinco espécies de *Euglossa* foram encontradas somente no maior fragmento (R.B.União) e *Euglossa analis* é sugerida como possível indicador de florestas preservadas. Na comparação das cinco áreas, foi verificada correlação positiva da abundância de abelhas com o tamanho da área e com a diversidade arbórea, e também entre riqueza de espécies de abelhas e diversidade arbórea, sugerindo que perdas de área e qualidade de hábitat influenciam negativamente a comunidade destas abelhas, reduzindo a abundância e riqueza de espécies. A relação entre os fragmentos da região do Imbaú mostrou uma alta similaridade, sugerindo que estes não estão isolados para as populações de Euglossini, ou que venham sofrendo igualmente os efeitos da fragmentação. O experimento de marcação e recaptura indicou a dispersão de *E.cordata* entre os pontos de amostragem (distantes até 2,3 Km) nos fragmentos do Imbaú, corroborando a hipótese de conectividade entre estes fragmentos para esta espécie. Os resultados confirmam a sugestão das abelhas Euglossini como indicadores de qualidade ambiental.

Abstract

The Euglossini tribe (Hymenoptera, Apidae) has been indicated as a potential group for conservation studies that assess the effects of fragmentation and habitat loss over these bees. The aims of this study were to (1) analyze the richness and composition of species, abundance and seasonality of Euglossini in remnants of Atlantic forest with different levels of antropic interference within the São João river watershed, (2) assess the effect of different habitat variables (arboreal diversity, area size) on Euglossini diversity and (3) verify if dispersal of these bees occurs between remnants of the Imbaú region. The Euglossini bee community was sampled with chemical bait traps throughout 12 months (November 2004 to October 2005) in five remnants with different sizes and degradation levels: União Biological Reserve (3126 ha), Andorinhas (145 ha), Imbaú (130 ha), Estreito (21,5 ha) e Afetiva (19 ha). 4573 individuals were captured belonging to three genera (*Euglossa*, *Eulaema* and *Exaerete*) and 17 species. The most abundant species were *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata*, *E. nigrita* and *Euglossa sapphirina*, and the relative importance of these species was larger in the smaller remnants. Five *Euglossa* species were only found in the largest remnant and *Euglossa analis* is suggested as possible indicator of preserved forests. In the analysis of the five areas, positive correlation between bee abundance and area size and arboreal diversity and also between bee species richness and arboreal diversity was verified. These results suggest that losses in forest size and habitat quality influence Euglossini bee communities negatively by reducing the abundance and richness of species. The Imbaú region remnants showed great similarity, suggesting that these areas are not isolated for Euglossini populations, or that they have been suffering similar effects of fragmentation. The mark-recapture experiment suggested dispersal of *Euglossa cordata* between sample points (with distances up to 2,3 km) in the Imbau remnants, corroborating the connectivity hypothesis for this species in these areas. The results support the suggestion of Euglossini bees as indicators of environmental quality.

Capítulo 1

1.0. Introdução geral

1.0.1. Mata Atlântica

A Mata Atlântica, que ocupava cerca de 15% da área total do país abrangendo 17 estados, por ocasião da colonização europeia (IBGE, 1993) sofreu um processo de desmatamento que começou com a extração do pau-brasil, seguida pelo ciclo do ouro, da cana de açúcar, do café e atualmente a industrialização e o urbanismo. Estes eventos colaboraram para a redução da mata até o estado em que se encontra hoje, com apenas 8% de sua cobertura original (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

Este bioma foi considerado um dos principais locais que necessitam de conservação no mundo. Estes chamados “hotspots” são áreas consideradas insubstituíveis porque contém uma grande biodiversidade, sendo muitas de suas espécies endêmicas (Myers *et al.*, 2000). A biodiversidade da Mata Atlântica é extremamente alta, com cerca de 20000 espécies de plantas sendo 6000 restritas ao bioma, 250 espécies de mamíferos (55 endêmicas), 340 espécies de anfíbios (90 endêmicas), 1023 espécies de aves (188 endêmicas), 350 espécies de peixes (133 endêmicas) e 197 de répteis (60 endêmicas) (MMA/SBF, 2002). No estado do Rio de Janeiro ocorre o maior número de endemismos, e uma das maiores riquezas de espécies (Rocha *et al.*, 2003). Seus habitats envolvem matas de baixada, matas alagadas, matas semidecíduais, matas de encosta, matas montanas, matas alto montanas, campos de altitude e outros ecossistemas com restingas e manguezais (Rizzini, 1979; Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

No estado do Rio de Janeiro a Mata Atlântica vem sendo continuamente reduzida desde a colonização, atingindo seu ápice de remoção de áreas no século XX quando cerca de 84% de sua cobertura florestal original foi retirada (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2001). Hoje o que restou desta cobertura encontra-se dividida em diversos fragmentos de tamanhos variados, estando a maior parte destes fragmentos em regiões montanhosas, sendo poucos os fragmentos que representam área baixo-

montanas, margens de rios e ecossistemas litorâneos (Rocha *et al.*, 2003). Outro problema é que os remanescentes encontram-se muitas vezes em tamanhos insuficientes para manter populações animais sustentáveis, tanto no aspecto ecológico como no genético.

1.0.2. Fragmentação e seus efeitos sobre as comunidades de abelhas

A fragmentação é o processo no qual um hábitat contínuo é dividido em áreas menores, isoladas umas das outras por uma matriz de habitats diferentes do original (Willcove *et al.*, 1986). A fragmentação pode ocorrer de maneira natural, como através de clareiras criadas por queda de árvores, e de forma artificial através de ações como desmatamentos e exploração seletiva de madeira. A fragmentação leva a uma série de alterações como mudanças no tamanho e forma da área, distância entre os fragmentos e grau de isolamento, influenciado pela matriz que envolve o fragmento, além dos efeitos de borda (Bierregaard *et al.*, 1992).

A fragmentação gera uma série de perturbações para a área como alterações na incidência de luz e vento nas áreas limítrofes do fragmento, causando modificação no ecossistema. De maneira geral, as alterações do habitat têm um impacto muito amplo: alterações sobre a diversidade da área como a diminuição da riqueza florística original e perda de animais sensíveis a alterações; alterações sobre a comunidade uma vez que com a perda de espécies, funções no ecossistema deixam de ser realizadas; perda genética devido ao isolamento das populações; e a invasão dos habitats pelas espécies exóticas (Bierregaard *et al.*, 2001; Fahrig, 2003).

As perturbações humanas afetam diretamente a estrutura de comunidade das árvores de floresta tropical, o que parece influenciar diretamente na comunidade de polinizadores. Insetos que dependem das árvores não só para alimentação, mas também para sítios de nidificação, como as abelhas sem ferrão, sofrem mais com os efeitos destas perturbações, segundo estudo feito na floresta tropical da Malásia (Samejima *et al.*, 2004). Foi mostrado que a distribuição de abelhas (abundância e riqueza) parece ser influenciada por variáveis como densidade de árvores de grande porte, temperatura, intensidade de floração em florestas tropicais da Ásia (Liow *et al.*,

2001). A cobertura vegetal foi identificada como outro fator que pode influenciar a diversidade de espécies de insetos em áreas fragmentadas (Donaldson *et al.*, 2002).

Os efeitos da fragmentação sobre insetos polinizadores podem influenciar no sucesso reprodutivo das plantas que são polinizadas por estes agentes. A mudança gerada então na composição da comunidade de polinizadores afetará a regeneração de determinadas espécies de plantas, e no futuro a composição florística da mata (Samejima *et al.*, 2004). Estes efeitos podem ocorrer se o isolamento das populações fragmentadas for maior que a capacidade de alcance de forrageamento dos polinizadores, se a população local de polinizadores se tornar muito pequena, ou se polinizadores de longo alcance evitarem populações pequenas (Kearns *et al.*, 1998).

A matriz em torno do fragmento pode consistir em habitat favorável a espécies generalistas, com maior abundância de recursos disponíveis (néctar e pólen) em relação aos da mata por ser dominada por espécies pioneiras que florescem ao longo de todo ano (Samejima *et al.*, 2004). Espécies generalistas podem então aumentar sua abundância. Por outro lado, espécies especializadas tendem à extinção conforme o grau de perturbação do habitat aumenta, uma vez que dependem de determinada espécie vegetal para a obtenção de recursos (Steffan-Dewenter, 2002; Samejima *et al.*, 2004).

1.0.3. As abelhas Euglossini e sua interação com as orquídeas

As abelhas da tribo Euglossini estão agrupadas em cinco gêneros: *Eulaema* (30 espécies), *Eufriesea* (60 espécies), *Euglossa* (103 espécies), *Exaerete* (5 espécies) e *Aglae* com uma espécie (Ramirez *et al.*, 2002). As espécies encontram-se distribuídas principalmente na região Neotropical, do México até a Argentina (Dodson *et al.*, 1969; Dressler, 1982). *Eulaema polychroma* Mocsáry e *Eufriesea caerulea* Lepelletier possuem a distribuição mais setentrional, atingindo os estados do Texas e Arizona respectivamente (Búrquez, 1977; Minckley & Reyes, 1995).

As abelhas desta tribo apresentam características morfológicas únicas, como probóscide muito longa e tíbias posteriores alargadas nos machos, onde se localiza o órgão tibial (estrutura que contém um tecido esponjoso onde são estocadas as fragrâncias). Estas abelhas possuem capacidade de voar grandes distâncias (até 23

km) como observado por Janzen (1971), o que as coloca entre os principais agentes polinizadores das florestas tropicais americanas. Foi sugerido que as espécies de Euglossini sejam em sua maioria solitárias (Dressler, 1982), mas trabalhos posteriores mostraram que algumas espécies estudadas, como *Euglossa cordata* Linnaeus e *Euglossa townsendi* Cockerell, apresentam aspectos bionômicos que são sugeridos como precursores da origem da eusocialidade em Apinae (Augusto & Garófalo, 1994).

O conhecimento dos ninhos destas abelhas em ambiente natural é relativamente escasso, existindo dados para aproximadamente 18% do total das espécies de três gêneros (*Eufriesea*, *Eulaema* e *Euglossa*) (Dressler, 1982). Os locais de nidificação descritos até hoje são bastante diversificados, incluindo cavidades em tronco, no solo, aterro, barranco, blocos de cimento, formigueiros e caixas de madeira (Michener, 1990). A ausência de um maior conhecimento sobre a nidificação das várias espécies deve-se à dificuldade em se encontrar os ninhos na mata (Garófalo, 1994).

O horário de maior atividade na Amazônia estaria no período da manhã (Dodson *et al.*, 1969), porém recentemente mostrou-se que no período da tarde (por volta das 14 horas) ocorre um novo pico de atividade (Oliveira, 1999). Estudo realizado na Mata Atlântica, da região Norte Fluminense, não indicou picos bem definidos de atividade entre o período de 9 e 15 horas (Albuquerque, com. pess.).

Roubik (1989) cita cerca de 23 famílias de plantas utilizadas tanto por machos como por fêmeas para a obtenção de néctar, outras 9 famílias utilizadas para pólen e 3 para resina. A interação das abelhas Euglossini com orquídeas neotropicais foi descrita para diversas espécies, especialmente as das subtribos Stanhopeinae, Catasetiinae, Zygopetaliinae, Coliopsidinae, Lycastinae, Maxillariinae e algumas espécies de Oncidiinae (Dressler, 1982, 1990, 1993; Roubik, 1989; Singer, 2003). Esta interação resultou no nome popular “abelhas de orquídeas”, pela busca de compostos aromáticos por machos destas abelhas.

Inicialmente achava-se que estas abelhas visitassem as orquídeas em busca de alimento, raspando-lhes as pétalas. A hipótese foi rejeitada quando foi visto que na verdade em vez de dilacerar as pétalas os machos estavam raspando-as com suas pernas anteriores (Dodson & Frymire, 1961). Através da utilização de compostos fluorescentes mostrou-se que, após a raspagem, o composto era transferido para o basitarso da perna média e depois para uma estrutura especializada (órgão tibial) nas

tíbias posteriores, onde seria depositado (Kimsey, 1984). Este órgão apresenta uma cavidade com grande capilaridade, agindo como uma esponja. Os machos aplicam então às substâncias pelas cerdas no tarso anterior uma mistura de lipídios não polares da glândula labial, o que parece ajudar na retenção destas substâncias voláteis (Vogel, 1963, 1966). Estudos realizados recentemente sugerem que após a mistura com os lipídios, a fragrância seja depositada temporariamente na área aveludada (tíbia média), que abasteceria então os coxins (pequenas estruturas pilosas localizadas na parte superior da tíbia média) (Bembé, 2004). Foi observado que as espécies de Euglossini apresentam um tufo de cerdas na parte anterior da asa posterior, e que este poderia ventilar os coxins liberando em forma de spray o fluido formado pelos lipídios mais fragrâncias nos sítios de reprodução, ocorrendo variações das fragrâncias entre as espécies (Bembé, 2004; Eltz *et al.*, 2005).

A análise das substâncias extraídas do órgão tibial mostrou a composição de terpenóides, compostos aromáticos, compostos aminóides, hidrocarbonetos e monoterpenos (Williams & Whitten, 1983). Alguns destes compostos, como os terpenóides e os compostos aromáticos, podem ser obtidos de outras fontes como fungos e madeiras podres, os quais os machos de algumas espécies também visitam (Dressler, 1982; Ackerman 1983).

A utilização destas substâncias pelos machos ainda não está esclarecida. Várias hipóteses foram formuladas para tentar explicar sua função, tendo sido postulado que: o macho usaria como feromônio para atrair as fêmeas ou para atrair outros machos, formando sítios de acasalamento; ou para marcar território onde as fêmeas teriam uma preferência por determinado conjunto de fragrâncias, o que levaria a uma possível seleção sexual (Dodson *et al.*, 1969; Kimsey, 1980; Stern, 1991; Lunau, 1992; Eltz *et al.*, 1999).

Uma técnica que tem sido empregada e que permitiu um grande avanço no estudo desta tribo é a utilização das fragrâncias sintetizadas na atração dos machos, para posterior captura e identificação (Oliveira & Campos, 1996; Eltz *et al.*, 1999; Oliveira, 2000). A utilização destas fragrâncias como iscas para a atração dos machos facilitou o estudo destas abelhas em áreas de mata. Vários estudos de levantamento foram então realizados no Brasil (Powell & Powell, 1987; Campos *et al.*, 1989; Becker *et al.*, 1991; Rebêlo & Garófalo, 1991; Oliveira & Campos, 1995; Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et*

al., 2002; Neves & Viana, 2003; Sofia *et al.*, 2004). Estes estudos tem sido de grande importância na compreensão dos efeitos da fragmentação sobre os remanescentes florestais.

Peruquetti *et al.* (1999) listou 57 espécies de Euglossini que ocorrem em áreas de mata nos domínios da Mata Atlântica, outros estudos têm encontrado espécies também em locais com intensa atividade humana (Moure, 1995). Recentemente muitos estudos tem sido realizados com isso espera-se que o número de espécies na Mata Atlântica seja ainda maior. Dados sobre a comunidade de abelhas são extremamente escassos para grande parte do estado do Rio de Janeiro destacando-se o trabalho de Tonhasca *et al.* (2002) no norte do estado (região montanhosa do Parque Nacional do Desengano), que encontrou 21 espécies.

Sugeriu-se que as abelhas Euglossini são espécies sensíveis a alterações no meio, devido à observação da diminuição do número de espécies e do número de indivíduos em fragmentos da floresta amazônica de até 100 ha atraídos para iscas aromáticas (Powell & Powell, 1987), foi então sugerido que são necessários grandes blocos de mata para preservar estas espécies. Para a Mata Atlântica da região montanhosa do norte do estado do Rio de Janeiro foram encontrados resultados que diferem dos de Powell & Powell (1987), visto que não foi identificada uma relação clara entre abundância e riqueza de Euglossini com o tipo de habitat (Tonhasca *et al.*, 2002). Alterações na composição florística podem gerar áreas com diferenças significativas na diversidade de Euglossini. Além deste, outros fatores importantes que parecem influenciar são a presença de parasitas ou parasitóides (Folsom, 1985).

1.1. Justificativa

A região da bacia do Rio São João (ca. 3000 km²) é uma área de Mata Atlântica de extrema importância pela ocorrência de muitas espécies endêmicas, entre elas o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus 1766), e que contém um grande número de remanescentes florestais de Mata Atlântica de baixada (até 50 m de altitude) e submontana (até 250 m) (Rizzini, 1979). Os remanescentes são em sua maioria áreas pequenas, sendo poucos os que excedem 1000 ha.

A região, considerada de extrema importância ecológica para mamíferos, anfíbios, répteis e aves segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2000), apresenta duas reservas biológicas, Reserva Biológica de Poço das Antas (5500 ha) e a Reserva Biológica União (3200 ha), uma área de proteção ambiental (APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado/IBAMA), além de dezenas de Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPN's) que foram criadas com o auxílio e o trabalho de conscientização da Associação Mico Leão Dourado junto a fazendeiros da região.

Embora estudos de florística, fitossociologia e com mamíferos venham sendo realizados, não se têm dados sobre os polinizadores na região. O estudo dos efeitos da fragmentação florestal sobre polinizadores, entre eles os das comunidades de Euglossini, é de grande importância para o entendimento do processo de regeneração das florestas uma vez que estes insetos são responsáveis pela polinização de um grande número de famílias de plantas. Com o declínio de sua população, o sucesso reprodutivo de muitas plantas poderá ser afetado, dificultando a formação de frutos e conseqüentemente a regeneração da mata. No contexto do projeto de manejo do mico-leão-dourado, espécie bandeira destas áreas protegidas, a ausência da polinização pode então causar dificuldades para a manutenção da proteção destes animais, uma vez que a sua alimentação pode vir a ser comprometida pela escassez de frutos. A diminuição da quantidade de frutos ameaça a manutenção da população de mico-leão dourado, assim como de outras espécies como aves e outros mamíferos.

1.2. Objetivos gerais

As perguntas deste trabalho são: (1) fragmentos que detém maior diversidade arbórea (segundo dados de diversidade extraídos de Carvalho, 2005) apresentam riqueza de espécies e abundância de Euglossini por oferecerem uma maior diversidade de recursos florais? (2) a área do fragmento influencia na diversidade e abundância de Euglossini? e (3) matrizes que consistem de áreas abertas (pasto, culturas de cana-de-açúcar, banana) são barreiras físicas que impedem a dispersão das abelhas Euglossini de um fragmento para outro?

Visando responder as perguntas propostas acima esta dissertação teve 3 objetivos: (1) analisar a riqueza e composição de espécies, abundância e sazonalidade de Euglossini em remanescentes de Mata Atlântica de baixada com diferentes níveis de alteração antrópica, na bacia do Rio São João, (2) comparar os resultados obtidos em cada remanescente, visando relacionar os efeitos das diferentes variáveis do hábitat (diversidade arbórea e tamanho da área) sobre a diversidade de Euglossini e (3) verificar se ocorre dispersão destas abelhas entre os fragmentos da região do Imbaú.

O trabalho aqui apresentado encontra-se dividido em capítulos, sendo que o segundo capítulo engloba os objetivos 1 e 2 e o terceiro capítulo engloba o objetivo 3. No segundo capítulo serão apresentados os dados e análises referentes à estrutura da comunidade de Euglossini em cada uma das áreas selecionadas. No terceiro capítulo será apresentado um experimento que visa mostrar se há dispersão das abelhas Euglossini entre fragmentos de Mata Atlântica separados por diferentes tipos de matrizes e a diferentes distâncias.

1.3. Áreas de estudo

As áreas de estudo utilizadas são remanescentes de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, localizados na região da bacia do rio São João (figura 1.3.1), cuja área de 3000 km² abrange 7 municípios: Casimiro de Abreu, Cabo Frio, Rio das Ostras, Silva Jardim, Cachoeiras do Macacu, Rio Bonito e Araruama. Nesta região a mata, que varia de mata atlântica de baixada a submontana, é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa, são florestas úmidas com um período seco variando de 0 a 60 dias (Rocha *et al.*, 2003). As chuvas ocorrem com médias anuais em torno de 1500 mm.

Cinco áreas foram selecionadas, Reserva Biológica União, considerando-a como área de mata contínua de baixada e quatro fragmentos florestais (Andorinhas, Imbaú, Afetiva e Estreito), situados na região do Imbaú, todos com históricos de fragmentação variando a partir das décadas de 50-70, e que atualmente se encontram com diferentes tamanhos e em diferentes condições.

1.3.1. Reserva Biológica União

A Reserva Biológica União (R.B.União; 22°26'S, 42°02'W), criada em 1998, situada na bacia do rio São João abrange os municípios de Macaé, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras. A reserva inicialmente era uma fazenda pertencente à Rede Ferroviária Federal (RFFSA), e após a privatização da Rede Ferroviária Federal tornou-se uma unidade de conservação. No período em que pertenceu à rede ferroviária, foi inicialmente utilizada para a extração de madeira de lei e após este período plantações de eucalipto foram cultivadas para a fabricação de dormentes. Após a falência da empresa ferroviária, os plantios e a área de mata foram abandonados, e logo após este período o Governo Federal transformou a fazenda União em uma Unidade de Conservação (Rocha *et al.*, 2003). A mata cobre cerca de 75% da reserva que possui 3126 ha (SEMA, 2001).

1.3.2. A região do Imbaú e os fragmentos selecionados

A região do Imbaú localiza-se no município de Silva Jardim, inserida na Área de Proteção Ambiental da bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado. Esta região possui diversos fragmentos florestais de mata atlântica de baixada. Entre estes fragmentos encontram-se as quatro áreas selecionadas para este estudo: Andorinhas (22°37'S, 42°26'W), Imbaú (22°36'S, 42°28'W), Afetiva (22°38'S, 42°27'W) e Estreito (22°37'S, 42°27'W), que segundo relatos de antigos moradores formavam um contínuo florestal. Os fragmentos encontram-se dentro de propriedades rurais na forma de Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPNs). As áreas indicadas na figura 1.3.1 e 1.3.2 foram selecionadas por integrarem o programa de reintrodução de micos-leões-dourados e por terem sido estudados na sua composição florística e fitossociológica por Carvalho (2005).

Os fragmentos possuem tamanhos que variam entre 19 e 145 ha, além de apresentarem diferentes históricos de perturbação, formatos distintos, matrizes circundantes e composição florística diversas (Tabela 1.3.1 e 1.3.2). Estas quatro áreas encontram-se próximas, entre distâncias que não ultrapassam 2,0 km. Dois dos fragmentos selecionados são considerados de área pequena (Afetiva e Estreito), estando um deles em condições florísticas superiores ao outro. O mesmo critério foi utilizado na escolha dos dois outros fragmentos (Andorinhas e Imbaú), de área média, visando obter uma comparação não só quanto a tamanho, mas quanto à qualidade florística também. Dados que tornassem possível estabelecer as datas que marcam os eventos de fragmentação e isolamento destas áreas não foram obtidos. Um resumo da situação na área é mostrado na tabela 1.3.2 (dados extraídos de Carvalho, 2005).

Além dos fragmentos mencionados acima uma área adicional foi incluída para o estudo de marcação e recaptura (capítulo 3), o Sítio do Professor (22°36'S, 42°27'W), não utilizada no estudo anterior (capítulo 2) por dificuldades logísticas. Este fragmento também é localizado na região do Imbaú como pode ser visto na figura 1.3.2, possui uma área de 155 ha e encontra-se protegido pelo proprietário há décadas, tendo sofrido pouca degradação desde então (tabela 1.3.1 e 1.3.2).

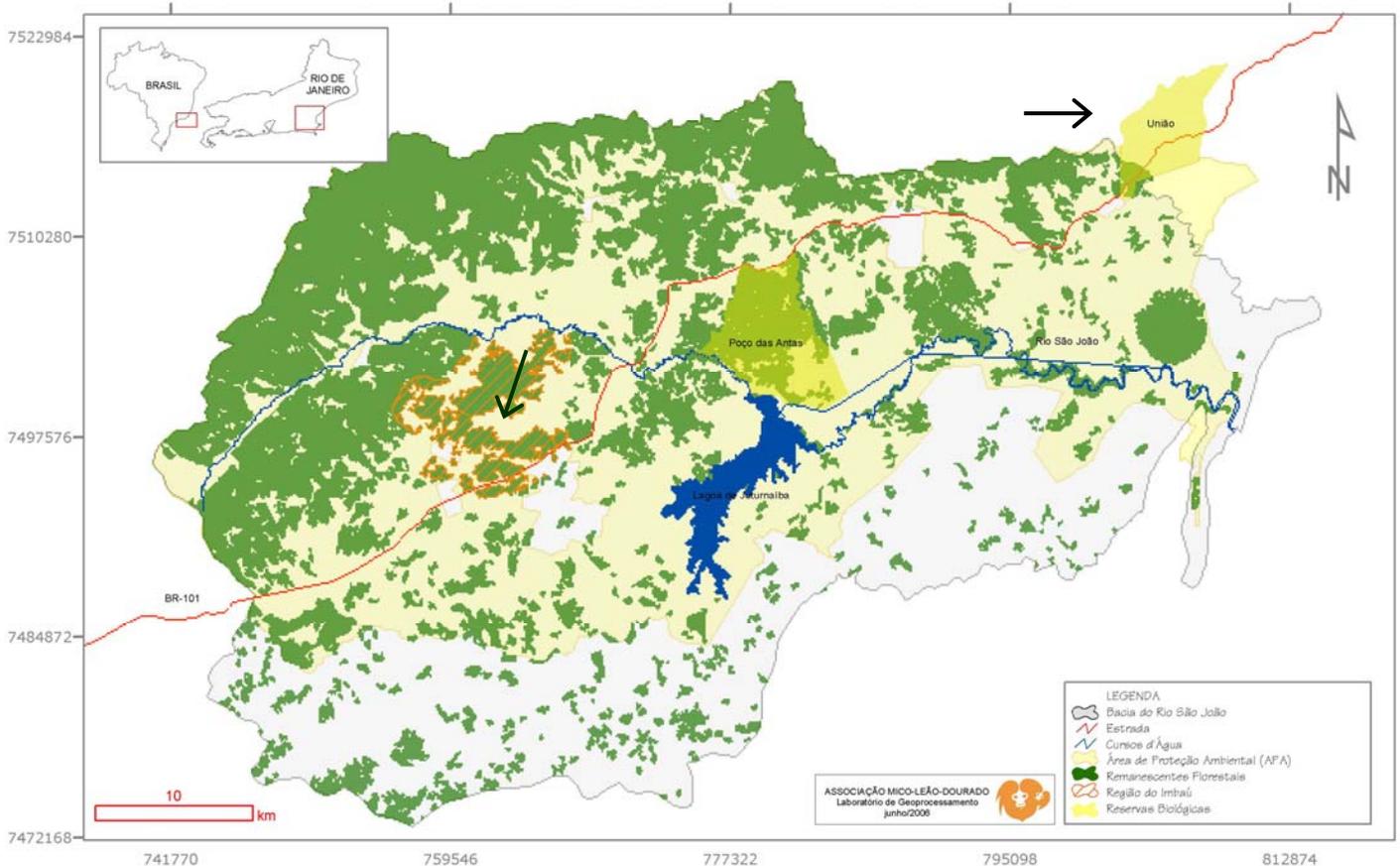


Figura 1.3.1 – Localização e área da Bacia do rio São João, situada nos municípios de Casimiro de Abreu e Silva Jardim, RJ. Setas indicam a região do Imbaú e a Reserva Biológica União. Fonte: imagem obtida por LandSat e editada pelo setor de geoprocessamento Associação Mico-Leão-Dourado.

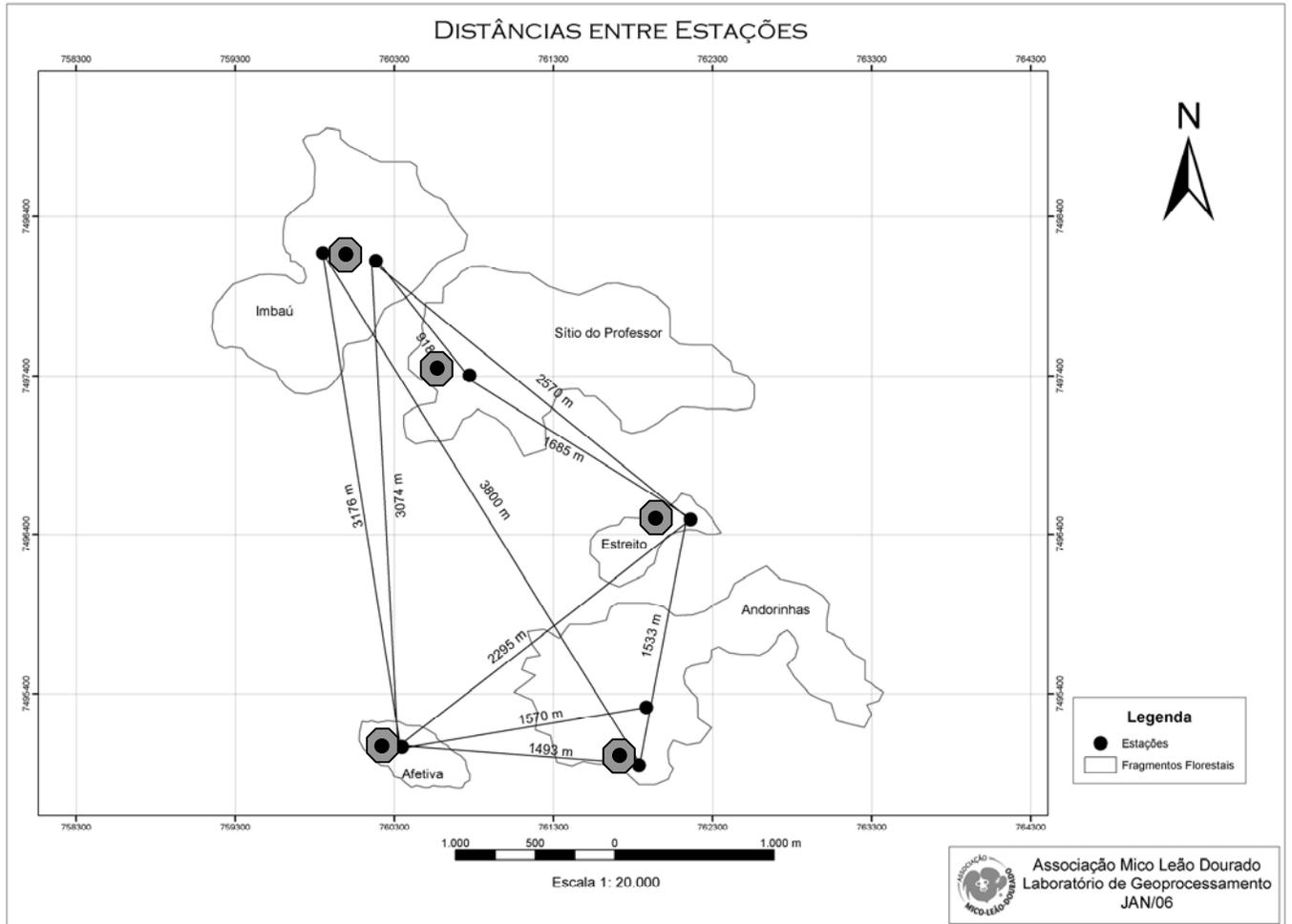


Figura 1.3.2 – Localização dos fragmentos situados na região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) utilizados ao longo de todo o estudo. Em preto os pontos utilizados no capítulo 2 e representados pelos hexágonos cinzas os pontos utilizados no capítulo 3, com a indicação da distância entre eles (em metros). Fonte: setor de geoprocessamento da Associação Mico-Leão-Dourado.

Tabela 1.3.1 - Dados fitossociológicos dos fragmentos florestais, segundo Carvalho, 2005, com base em levantamento das espécies vegetais arbóreas com DAP ≥ 5 cm e DAP ≥ 10 .

Fragmento	Área amostral	Número de espécies		Diversidade (H')	
		≥ 5 cm	≥ 10 cm	≥ 5 cm	≥ 10 cm
Afetiva (19 ha)	0,2 ha	66	39	3,62	3,33
Estreito (21 ha)	0,2 ha	46	24	2,88	2,11
Imbaú (130 ha)	0,2 ha	59	44	3,26	3,06
Andorinhas (145 ha)	0,2 ha	76	51	3,62	3,34
Sítio Professor (155 ha)**	0,2 ha	58	37	3,26	2,85
R.B.União (2300 ha)*	0,4 ha	-	117	-	4,38

*dados referentes à mata madura (interior, 0,4ha).

**utilizado somente no capítulo 3.

Tabela 1.3.2 – Histórico de perturbação antrópica nos fragmentos de Mata Atlântica estudados na região de Imbaú (Silva Jardim, RJ), extraída de Carvalho (2005).

Fragmento	Sigla	Área (ha)	Matriz Circundante	Perturbações Recentes	Observações
Afetiva	“AFT”	19,5	Pastos, pequena cultura de coco e frutas cítricas, pequena faixa de capoeira em suas bordas.	Vestígios de corte de arvoretas, para provável confecção de cabos para ferramentas. Sem informações sobre queimadas recentes.	Fragmento muito impactado no passado pela extração de madeira, palmito e caça. Encontra-se em área vulnerável à entrada de qualquer pessoa.
Estreito	“EST”	21,5	Pastos, estrada de 10 m em parte de sua borda. Sem capoeiras em suas bordas.	Vestígios de corte de árvores e arvoretas, para provável confecção de cabos para ferramentas e moirões. Sem informações sobre queimadas recentes.	Fragmento muito impactado no passado pela extração de madeira palmito e caça. Encontra-se em área particular protegida pelo proprietário.
Andorinhas	“AND”	145,0	Pastos, pequenas culturas de cana-de-açúcar e banana, pequena faixa de capoeira em suas bordas. Estrada de 5 m em uma de suas bordas.	Vestígios de plantação de café em seu sub-bosque; presença de girais para caça. Queimada recente (~10 anos) em parte de sua borda oeste.	Fragmento muito impactado no passado pela extração de madeira, palmito e caça. Encontra-se em área vulnerável à entrada de qualquer pessoa.
Imbaú	“IMB”	130,0	Pastos, pequena cultura de mandioca e banana. Extensa faixa de capoeira em suas bordas.	Vestígios de corte de palmito e presença de uma pequena plantação de banana em seu interior. Sem informações sobre queimadas recentes.	Fragmento pouco impactado no passado pela extração de madeira. Sem informações sobre caça e extração de palmito. Encontra-se em área particular protegida pelo proprietário.
Sítio do Professor	“STP”	155,0	Pasto, extensa faixa de capoeira em suas bordas.	Vestígios de corte de palmito, plantas ornamentais rasteiras se alastrando em uma das bordas. Sem informações sobre queimadas recentes.	Fragmento pouco impactado. Encontra-se bem protegido pelo proprietário há algumas décadas.

Capítulo 2

Composição, riqueza, abundância e sazonalidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica da bacia do rio São João, RJ.

2.0. Introdução

A utilização das fragrâncias sintéticas como iscas para os machos de Euglossini permitiu o desenvolvimento de diversos estudos sobre a diversidade de espécies destas abelhas (Rebêlo & Garófalo, 1991; Morato *et al.*, 1992; Oliveira, 1999; Peruquetti *et al.*, 1999; Neves & Viana, 2003; Sofia *et al.*, 2004), além de estudos que procuraram associar efeitos da fragmentação sobre a comunidade destas abelhas (Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Tonhasca *et al.*, 2002). Estes trabalhos vêm sendo realizados ao longo de todo o Brasil, apresentando resultados que mostram diferenças de composição entre biomas (como Amazônia e Mata Atlântica) e dentro dos próprios biomas.

Os resultados encontrados, no entanto, são de difícil comparação (devido a diferentes metodologias, áreas de estudo situadas em diferentes biomas, com tamanhos e diversidade distintas) e muitas vezes contraditórios. Enquanto alguns autores encontraram uma relação entre tamanho do fragmento e uma diminuição no número e abundância de espécies atraídas às iscas (Powell & Powell, 1987), outros não observaram esta relação (Tonhasca *et al.*, 2002). Os dados sobre a comunidade de abelhas Euglossini são de extrema relevância, não só por serem um grupo de importantes polinizadores, mas também pela possibilidade da utilização de determinadas espécies como indicadores de qualidade ambiental.

A ausência de dados sobre polinizadores da Mata Atlântica da região da bacia do Rio São João (RJ) torna de extrema relevância estudos sobre este grupo de animais, uma vez que esta região é considerada uma das mais importantes em termos conservacionistas, devido ao grande número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Rocha *et al.*, 2003). Os objetivos deste trabalho são: (1)

analisar a riqueza e composição de espécies, abundância e sazonalidade de Euglossini em remanescentes de Mata Atlântica de baixada na bacia do Rio São João, com diferentes níveis de alteração antrópica, (2) comparar os resultados obtidos em cada remanescente, visando relacionar os efeitos de duas variáveis do habitat (diversidade arbórea, tamanho da área) sobre a diversidade de Euglossini.

2.1. Material e métodos

2.1.1 Área de estudo – Vide Capítulo 1

2.1.2 Métodos para captura e armazenagem dos animais e análise dos dados

Sete iscas aromáticas já utilizadas tradicionalmente em outros estudos foram utilizadas neste trabalho: cineol, eugenol, eucaliptol, vanilina, acetato de benzila, salicilato de metila e cinamato de metila. Chumaços de algodão eram embebidos com estas iscas e colocados nas armadilhas (uma isca por armadilha). Sete armadilhas foram instaladas em cada ponto de coleta na mata a uma altura de 1,5 m e separadas entre si por uma distância de 2 m. Testes iniciais mostraram que as abelhas que eram atraídas para as armadilhas não conseguiam fugir. As armadilhas foram confeccionadas a partir de garrafas pet (capacidade de 2 L) sendo necessárias 4 garrafas para montá-las. Três formavam os “funis” de entrada, os quais possuíam uma camada de areia interna que evitava a derrapagem dos indivíduos, e uma garrafa base onde os “funis” foram inseridos e colados. Pendurado à tampa desta garrafa base, ficava o algodão embebido com a essência (figura 2.1.1) conforme modelo sugerido pelo Dr. Sílvio dos Reis Silva.



Figura 2.1.1 – Armadilha confeccionada a partir de garrafas pet que foi instalada nas estações de coleta nas áreas selecionadas, R.B.União em Casimiro de Abreu (RJ) e nos fragmentos da região do Imbaú em Silva Jardim (RJ). A seta indica o local onde está situado o algodão contendo a isca aromática.

As armadilhas foram instaladas às 08:00 horas e os indivíduos capturados foram coletados às 15h. Espécies de fácil identificação no campo, como *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*, foram contadas e soltas às 15:00 horas, horário em que as armadilhas foram recolhidas. Durante uma vez por mês foram realizadas capturas dos indivíduos em três pontos na R.B.União, dois nos fragmentos médios (Andorinhas e Imbaú) e um nos fragmentos pequenos (Estreito e Afetiva). A captura na R.B. União foi feita em um único dia, com a instalação simultânea nos três pontos. Nos outros dois dias, as armadilhas foram instaladas em um fragmento pequeno e um médio, a cada dia, requerendo assim três dias por mês para a captura em todas as áreas. Em cada ponto, foi instalado um conjunto de 7 armadilhas, cada um contendo uma isca aromática.

As coletas foram feitas em dias com boa estabilidade climática, sem ameaça de chuva.

Nos fragmentos pequenos o ponto de amostragem foi colocado na área central visando cobrir todo o fragmento com o raio de ação das armadilhas. A instalação de maior número de pontos de amostragem nestes fragmentos não pareceu viável, já que poderia causar a divisão dos indivíduos atraídos entre os dois conjuntos de armadilhas, uma vez que estes iriam escolher em qual armadilha se destinariam. Nos fragmentos médios tentou-se cobrir o máximo de área possível mantendo sempre uma distância maior que 500 m entre um grupo de armadilhas e outro, a fim de não evitar a sobreposição no efeito das armadilhas. Na R.B.União, assim como nos fragmentos médios os pontos não foram fixos, coletas foram realizadas visando abranger a maior heterogeneidade de habitat possível.

Após a captura, os espécimes foram levados ao Laboratório de Ciências Ambientais (UENF) para a montagem em alfinetes entomológicos e identificação taxonômica. A identificação foi realizada mediante a utilização de chaves taxonômicas e através da comparação dos indivíduos capturados com as espécies da coleção do Museu Entomológico do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (UENF). Indivíduos que permanecerem não identificados foram enviados a especialistas, Dr. Márcio Luiz de Oliveira (INPA) e Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo (UFPR), que gentilmente dispuseram de seu tempo para

identificar o material enviado. Os espécimes foram armazenados no Museu Entomológico do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (UENF).

Os dados climáticos utilizados foram medidos na reserva de Poço das Antas, que também está inserida na região da bacia do rio São João, e foram cedidos pelo grupo de pesquisa do Jardim Botânico inserido no Projeto Mata Atlântica (figura 2.1.2). Dados microclimáticos foram coletados com a utilização de termohigrômetros colocados nos pontos onde eram instaladas as armadilhas em todas as áreas selecionadas para este estudo. Os dados de temperatura média (°C) e umidade relativa são mostrados na figura 2.1.3.

Foi realizada uma análise de curvas de rarefação usando a abundância (número de indivíduos) e a riqueza de cada área para gerar valores que pudessem ser comparados entre todas as áreas. Esta análise foi realizada com o auxílio do software EcoSim 7 (Gotelli e Entsminger, 2001) que realizou 1000 simulações para gerar os valores e permitir a inclusão do intervalo de confiança de 95%. Foi determinado o índice de diversidade de Shannon, com 1000 permutações (realizadas pelo EcoSim 7) para cada área visando aumentar a precisão do resultado. Este mesmo software foi utilizado para realizar as correlações segundo modelos nulos, entre: tamanho e abundância, tamanho e riqueza, tamanho e diversidade de Euglossini (índice de Shannon), diversidade arbórea (Carvalho, 2005) e abundância, diversidade arbórea e riqueza, diversidade arbórea e diversidade de Euglossini. A análise da dominância de espécie foi calculada pelo índice de Berger-Parker (Magurran, 2003). Para obter-se uma estimativa da diversidade e equidade (comparação entre as curvas obtidas para as diferentes áreas) foi utilizado o Rank-Abundance Plot (Whittaker, 1965) e a diferença entre as curvas foi realizada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Magurran, 2003). A similaridade entre as áreas foi analisada pelo índice de similaridade de Renkonen recomendado no trabalho de Wolda (1981) para pequenas amostras.

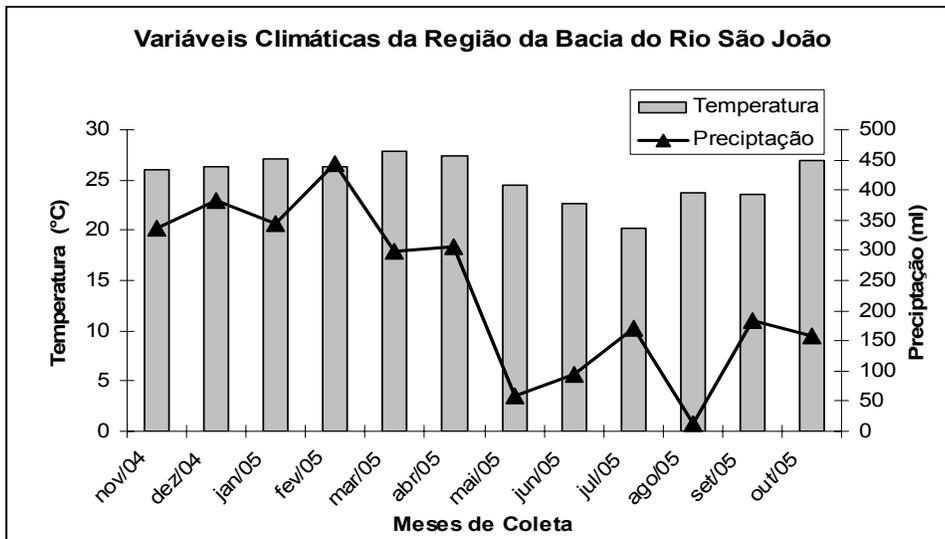


Figura 2.1.2 – Temperatura média e precipitação ao longo dos meses de coleta (novembro de 2004 e outubro de 2005) para a área da bacia do rio São João. Fonte: grupo de pesquisa do Jardim Botânico inserido no Projeto Mata Atlântica; dados coletados na Reserva Biológica de Poço das Antas.

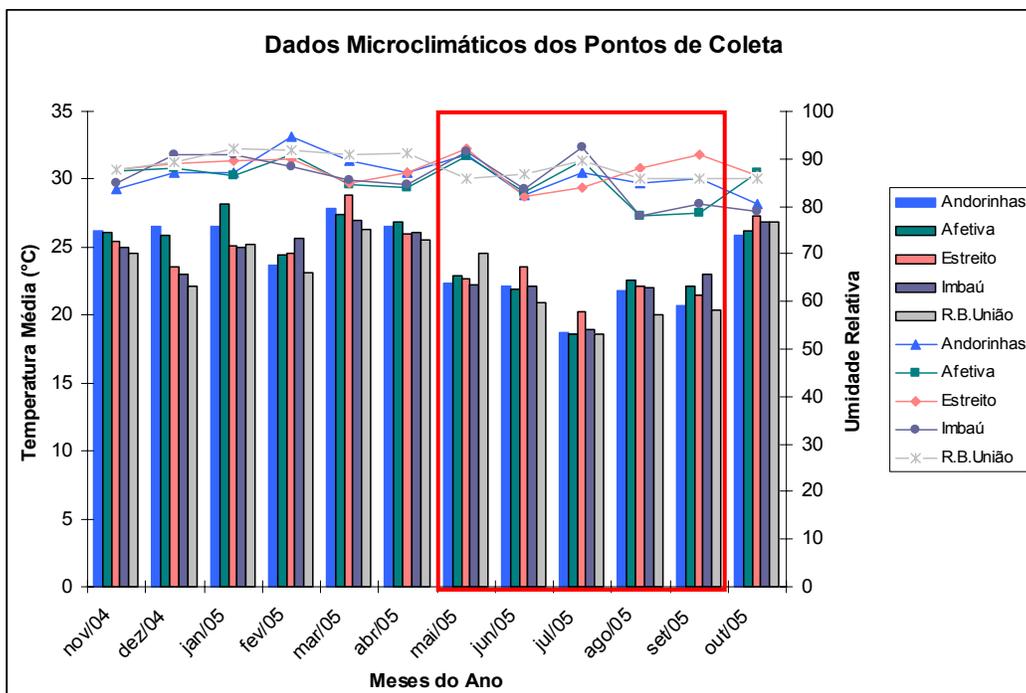


Figura 2.1.3 – Dados microclimáticos (temperatura média em barras e umidade relativa em linhas) coletados nos dias de coleta de dados entre novembro de 2004 a outubro de 2005). Destacado em vermelho a estação seca.

2.2. Resultados

2.2.1 Atratividade das iscas aromáticas

As sete iscas aromáticas utilizadas neste estudo mostraram-se eficientes na atração de machos de Euglossini como mostra a tabela 2.2.1, capturando um total de 4573 indivíduos ao longo de um ano (novembro de 2004 a outubro de 2005). Eucaliptol foi a isca que atraiu o maior número de indivíduos, seguida por cineol e por vanilina, somando os indivíduos de todas as áreas (em porcentagem na figura 2.2.2), assim como foram as mais representativas em cada área (tabela 2.2.1). Salicilato de metila foi a única isca a não atrair machos em uma área (Andorinhas), sendo a menos eficiente em todas as áreas. Quanto ao número de espécies, cineol foi o mais atrativo com 12 espécies, seguido por eucaliptol com 11 e cinamato de metila com 8 (tabela 2.2.1). Acetato de benzila, embora tenha atraído mais indivíduos que salicilato de metila e eugenol, foi o que apresentou a visita do menor número de espécies. As espécies mais generalistas em termos de visita a diferentes iscas foram *E. cordata* e *E. pleosticta*, seguidas por *Eulaema cingulata*, *Euglossa ignita* e *E. securigera* (tabela 2.2.3).

Tabela 2.2.1 – Número de indivíduos e espécies de Euglossini atraídos a armadilha com diferentes iscas aromáticas ao longo de um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

Isclas Aromáticas	Áreas					Total	Espécies/Iscla
	AFT	EST	IMB	AND	R.B.União		
Eugenol	11	3	8	4	45	71	7
Cinamato de Metila	31	46	75	39	356	547	8
Vanilina	66	55	131	81	459	792	4
Cineol	118	69	324	163	480	1154	12
Acetato de Benzila	23	21	58	23	297	422	2
Salicilato de Metila	1	1	6	-	23	31	4
Eucaliptol	169	91	398	248	650	1556	11
Total	419	286	1000	558	2310	4573	-

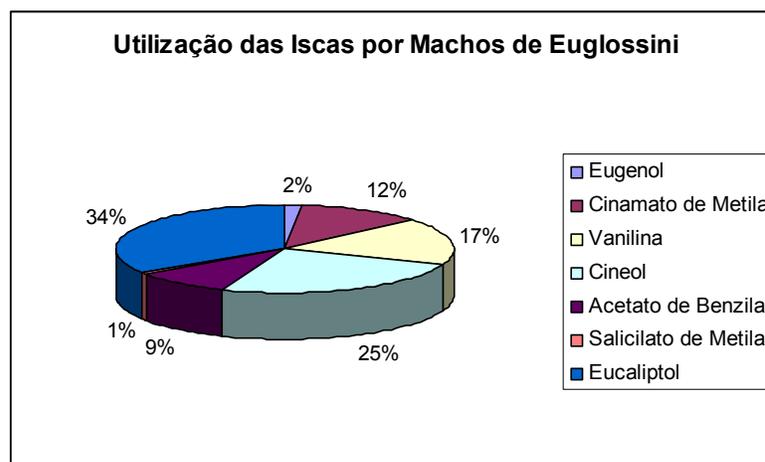


Figura 2.2.1 – Utilização das isclas aromáticas por machos de Euglossini calculada a partir do total de indivíduos coletados durante um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

2.2.2 Composição, abundância e riqueza de espécies

A abundância total foi mais alta na R.B.União (tabela 2.2.2) quando comparada aos fragmentos da região do Imbaú. Os fragmentos médios (Andorinhas e Imbaú) apresentaram uma abundância maior do que os fragmentos pequenos (Afetiva e Estreito). Ao calcular a abundância média por pontos (tabela 2.2.2), observar-se que a R.B.União mantém a maior abundância em relação às outras áreas, indicando a maior densidade de indivíduos atraídos por armadilhas. Por outro lado, o fragmento Andorinhas apresentou uma abundância menor que os fragmentos pequenos (Estreito e Afetiva), ou seja, uma menor densidade de indivíduos por armadilha.

A comparação entre todas as áreas estudadas utilizando a abundância total mostrou uma tendência de áreas maiores possuírem um maior número de indivíduos ($r = 0,95$; $p = 0,03$). A relação entre diversidade arbórea e abundância também foi positiva ($r = 0,82$; $p = 0,05$) com a comparação de todas as áreas, mostrando que áreas com maior diversidade arbórea tendem a possuir uma maior abundância.

Os indivíduos capturados em todos os fragmentos estudados representam 17 espécies pertencentes a três gêneros: *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*. A R.B.União foi a área que apresentou o maior número de espécies (17), abrangendo 12 espécies também coletadas nas demais áreas, e 5 espécies exclusivas (*Euglossa analis*, *E. ignita*, *E. despecta*, *E. truncata* e *E. violaceifrons*) (tabela 2.2.3). Entre os fragmentos, Imbaú deteve o maior número de espécies, seguido em ordem decrescente por Afetiva, Andorinhas e Estreito. Destaca-se a maior riqueza para o fragmento pequeno Afetiva em relação ao médio Andorinhas (tabela 2.2.2). Apesar da semelhante riqueza entre os fragmentos da região do Imbaú, ocorreram variações na composição de um fragmento para o outro (tabela 2.2.3), embora estes estejam isolados por distâncias menores do que 2 km (figura 1.3.1). A riqueza, embora tenha mostrado uma relação positiva com o tamanho da área ($r = 0,94$; $p = 0,07$), está não foi significativa, enquanto a relação entre riqueza e diversidade arbórea foi significativa e positiva ($r = 0,89$; $p = 0,05$).

A tabela 2.2.4 mostra os valores de abundância relativa das espécies, onde se pode observar que as espécies *Eulaema cingulata*, *Euglossa cordata*, *Eulaema nigrita* e *Euglossa sapphirina* apresentaram os maiores valores e foram verificadas em todas as áreas estudadas (tabela 2.2.4). Duas das cinco espécies exclusivas da R.B.União, *E. analis* e *E. ignita*, apresentaram o terceiro e sétimo lugares na lista de espécies mais abundantes (tabelas 2.2.3 e 2.2.4). A maioria das espécies, no entanto apresentou abundância relativa menor que 5%. A dominância das espécies foi menor na R.B.União em relação as fragmentos do Imbaú (tabela 2.2.4). Entre os fragmentos do Imbaú, Afetiva foi o que apresentou a menor dominância seguido por Estreito, Andorinhas e Imbaú, respectivamente.

Tabela 2.2.2 – Abundância total, abundância média por ponto amostral e riqueza de abelhas Euglossini capturadas com armadilhas de iscas aromáticas durante um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

Área	Abundância Total	Abundância média por ponto/local de amostragem	Riqueza
Afetiva	419	419	9
Estreito	286	286	7
Imbaú	1000	500	11
Andorinhas	558	279	8
R.B.União	2310	770	17

Tabela 2.2.3 – Composição, ocorrência em número de meses e atração a iscas das espécies de Euglossini entre novembro de 2004 e outubro de 2005 na Reserva Biológica União (Casimiro de Abreu, RJ) e nos fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ). As iscas foram numeradas como: (1) Eugenol; (2) Cinamato de Etila; (3) Vanilina; (4) Cineol; (5) Acetato de Benzila; (6) Salicilato de Metila; e (7) Eucaliptol.

Espécie	Abundância por área					Meses de ocorrência (n°)					Isclas
	AFT	EST	IMB	AND	R.B.União	AFT	EST	IMB	AND	R.B.União	
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin, 1845	6	-	1	8	1	4	-	1	3	1	2,3,7
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	58	43	148	77	642	11	10	11	11	12	1,3,5,7
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	32	27	18	42	167	9	9	6	11	10	3,4,7
<i>Euglossa analis</i> Westwood, 1840	-	-	-	-	172	-	-	-	-	7	1,4,7
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	251	177	721	382	1123	12	12	11	11	12	1,2,4,6,7
<i>Euglossa despecta</i> Moure, 1968	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	4
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebelo & Moure, 1995	1	-	-	1	5	1	-	-	1	3	2,4,7
<i>Euglossa gaiani</i> Dressler, 1982	2	-	4	-	12	1	-	3	-	4	2,6
<i>Euglossa ignita</i> (F.Smith, 1874)	-	-	-	-	37	-	-	-	-	9	2,4,5,6
<i>Euglossa iopoecila</i> Dressler, 1982	-	-	2	-	65	-	-	2	-	11	1,4,7
<i>Euglossa ioprosopa</i> Dressler, 1982	-	-	3	-	1	-	-	2	-	1	2,4,7
<i>Euglossa leucotricha</i> Rebelo & Moure, 1995	-	1	1	-	1	-	1	1	-	1	2
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	17	6	23	13	14	7	3	8	6	4	1,4,3,6,7
<i>Euglossa sapphirina</i> Moure, 1968	47	30	69	31	49	11	8	11	9	8	3,4,7
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	5	2	10	4	18	2	2	4	2	6	1,2,4,7
<i>Euglossa truncata</i> Rebelo & Moure, 1995	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
<i>Euglossa violaceifrons</i> Rebelo & Moure, 1995	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	4
Total	419	286	1000	558	2310	-	-	-	-	-	-

Tabela 2.2.4 – Abundância relativa (valores aproximados) e dominância (índice de Berger-Parker) de machos de Euglossini atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

Espécies	Abundância relativa (%)				
	Afetiva	Estreito	Imbaú	Andorinhas	R.B.União
<i>Eulaema cingulata</i>	13,8	15	14,8	13,8	27,8
<i>E.nigrita</i>	7,6	9,4	1,8	7,5	7,2
<i>Euglossa analis</i>	-	-	-	-	7,4
<i>E.cordata</i>	60	62	72,1	68,5	48,6
<i>E.despecta</i>	-	-	-	-	0,04
<i>E.fimbriata</i>	0,24	-	-	0,18	0,2
<i>E.gaiani</i>	0,5	-	0,4	-	0,5
<i>E.ignita</i>	-	-	-	-	1,6
<i>E.iopoecila</i>	-	-	0,2	-	2,8
<i>E.ioprosopa</i>	-	-	0,3	-	0,04
<i>E.leucotricha</i>	-	0,35	0,1	-	0,04
<i>E.pleosticta</i>	4	2	2,3	2,3	0,6
<i>E.sapphirina</i>	11,2	10,5	6,9	5,5	2,1
<i>E.securigera</i>	1,2	0,7	1	0,7	0,7
<i>E.truncata</i>	-	-	-	-	0,04
<i>E.violaceifrons</i>	-	-	-	-	0,04
<i>Exaerete smaragdina</i>	1,4	-	0,1	1,4	0,04
Dominância	0,59	0,62	0,72	0,69	0,49

A análise de curvas de rarefação para a riqueza de espécies (figura 2.2.1) das diferentes áreas de estudo simulou a valores de riqueza para que todas as áreas pudessem ser comparadas com valores de abundância comuns. A curva da R.B.União destacou-se das demais áreas, que foram semelhantes entre si. O intervalo de confiança gerado (95%) não separou as curvas significativamente.

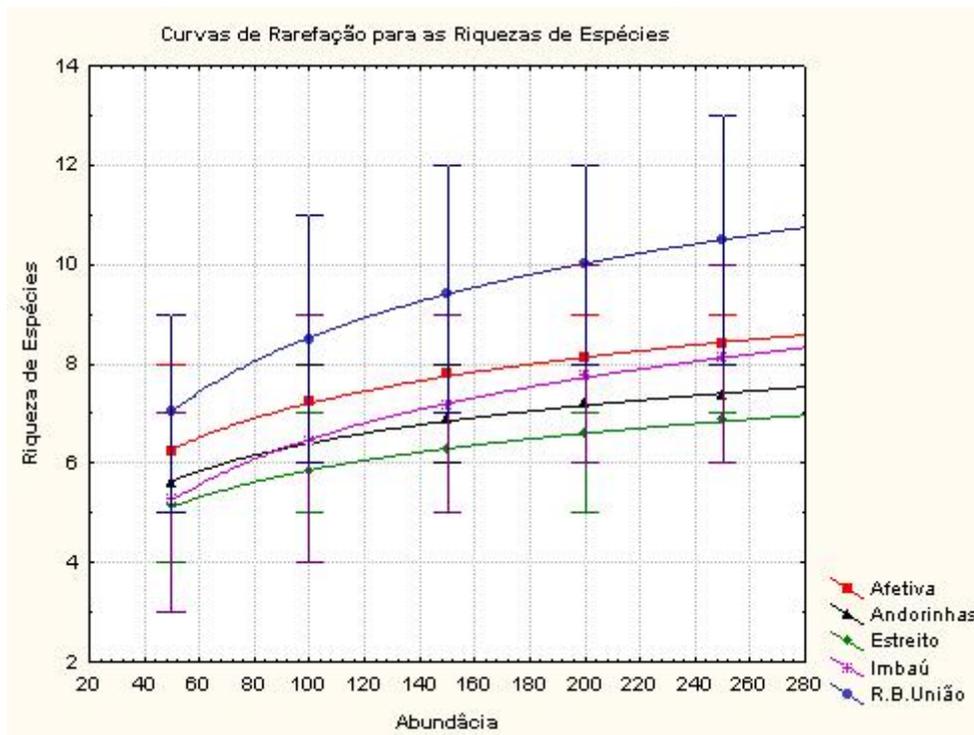


Figura 2.2.2 – Análise de curvas de rarefação para a riqueza de espécies de Euglossini em função da abundância ao longo de um ano (novembro 2004 a outubro 2005) nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

2.2.3 Sazonalidade

A flutuação observada na figura 2.2.3 mostra que o número de indivíduos varia de acordo com as estações (seca e chuvosa, indicada na figura 2.1.3), sendo maior na estação chuvosa (outubro a abril) do que nos meses da estação seca (maio a setembro). Fevereiro foi o mês de maior atividade, enquanto que a menor abundância ocorreu em julho. O número de espécies também foi maior na estação chuvosa (16) em relação à estação seca (13) (figura 2.2.4), sendo que o maior número de espécies foi observado em novembro (14); já o menor número de espécies ocorreu em julho (5). *Eulaema cingulata*, *Euglossa cordata*, *Eulaema nigrita* e *Euglossa sapphirina* ocorreram ao longo de todo ano (figura 2.2.4).

Houve diferenças entre as espécies quanto aos padrões de sazonalidade. *E. nigrita* teve uma abundância alta durante grande parte da estação chuvosa apresentando um pico de abundância em novembro (figura 2.2.5 A). *E. cordata* apresentou um pico de atividade em fevereiro muito distinto em relação à abundância durante o resto do ano (figura 2.2.5 C). *E. sapphirina* (figura 2.2.5 D), assim como *E. cordata*, apresentou um pico de abundância no mês de fevereiro, já *E. cingulata* (figura 2.2.5 B) teve sua maior abundância registrada em setembro. Todas as quatro espécies apresentaram uma baixa abundância nos meses da estação seca.

E. analis foi abundante apenas nos meses de fevereiro e março, e não ocorreu ao longo de todos os meses (figura 2.2.6 A). *E. ignita* (figura 2.2.6 B) não ocorreu no auge da estação seca (junho a agosto), oscilando ao longo do resto do ano tendo seu pico no mês de novembro. *E. iopoecila* (figura 2.2.6 C) destaca-se das outras espécies por ter um pico durante o mês de maio, ou seja, e, com exceção de outubro, foi coletada em todos os meses. *E. pleosticta* (figura 2.2.6 D) apresentou um pico no mês de novembro, não ocorrendo no mês de julho. As demais espécies foram capturadas em número muito baixo, impedindo assim uma análise de sua sazonalidade.

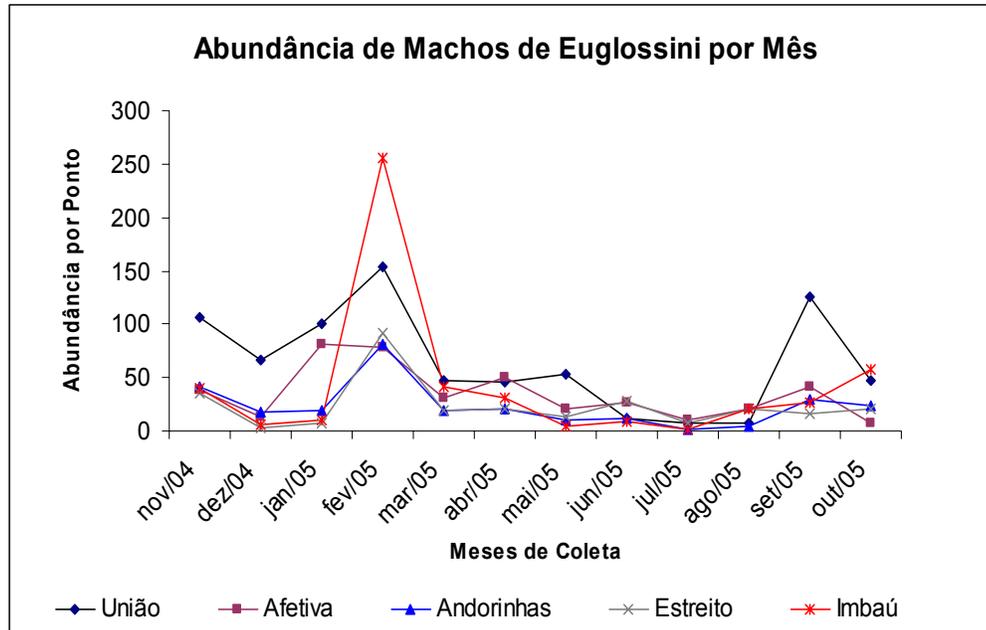


Figura 2.2.3 – Abundância média por ponto de amostragem de Euglossinis por mês ao longo de 12 meses de coleta nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

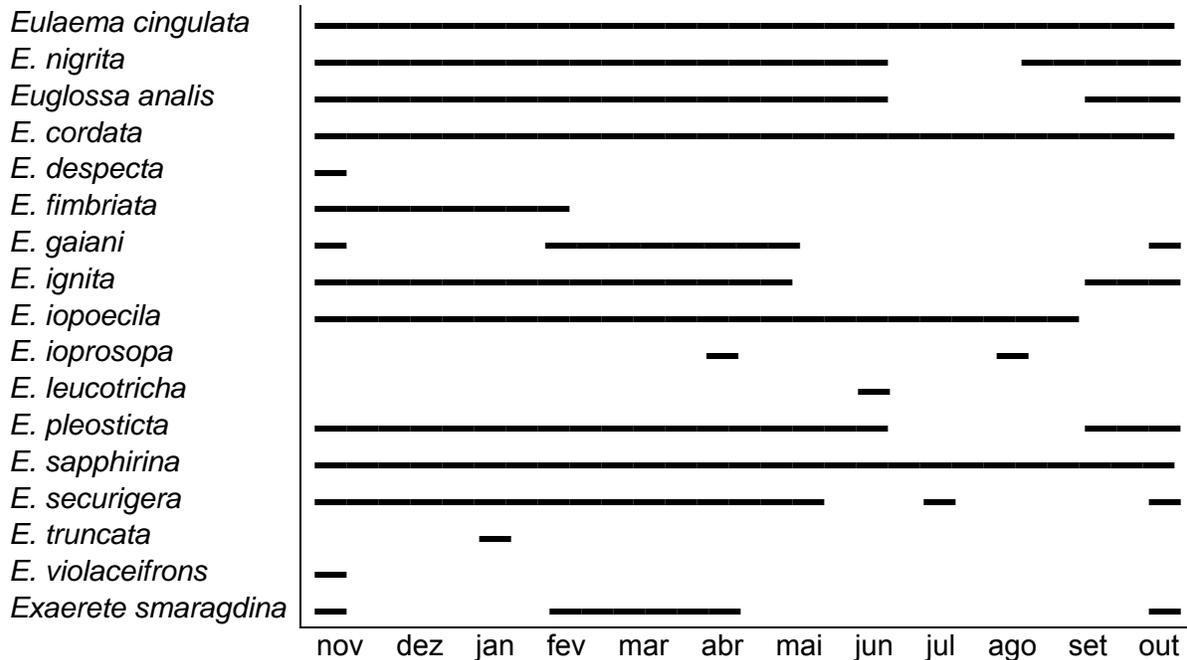


Figura 2.2.4 – Distribuição das 17 espécies capturadas ao longo de 12 meses nos fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

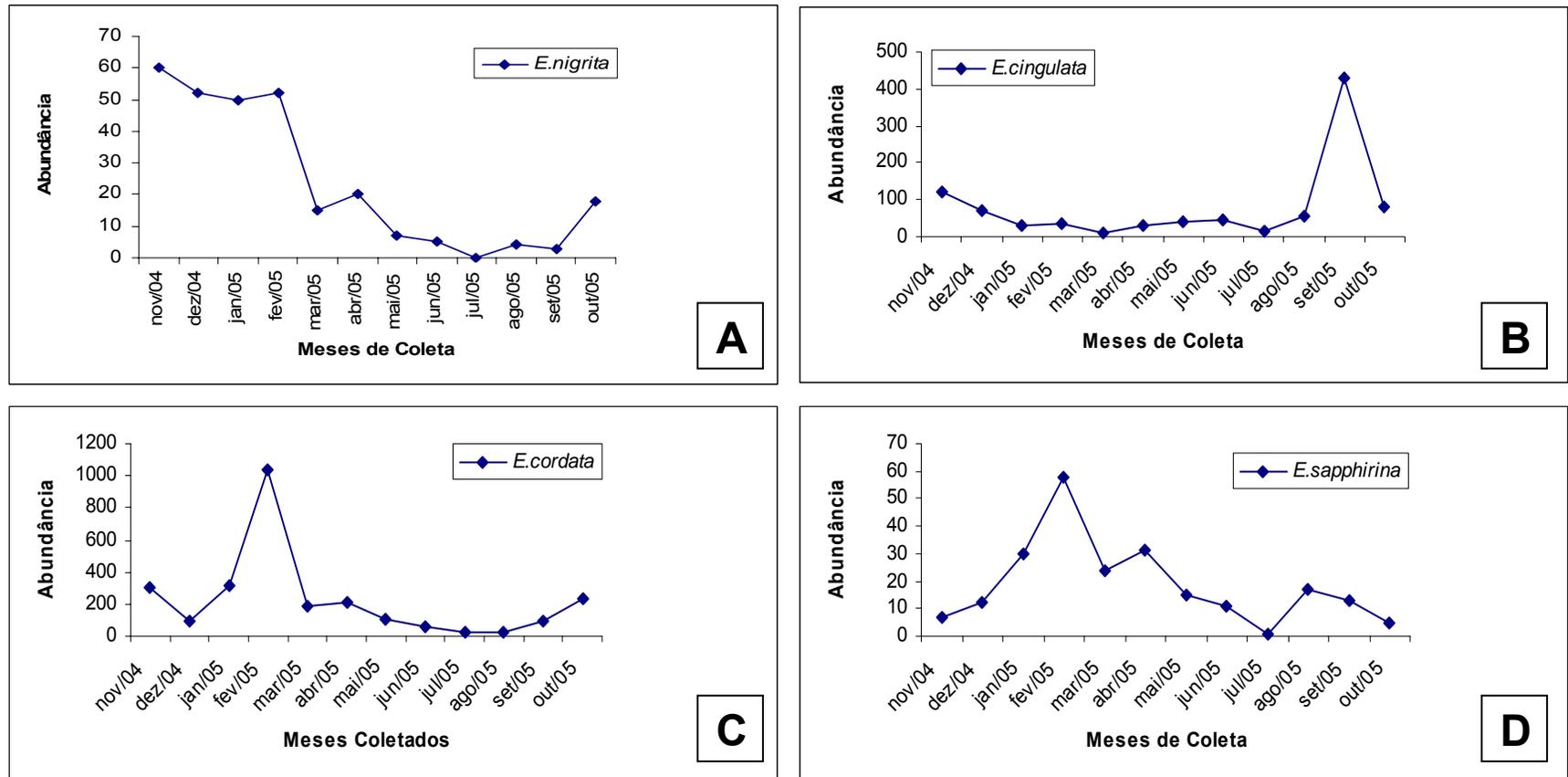


Figura 2.2.5 – Variação da abundância dos machos de Euglossini das espécies mais abundantes, atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). A abundância apresentada é o total das espécies *E. nigrita* (A), *E. cingulata* (B), *E. cordata* (C) e *E. sapphirina* (D) capturadas em todas as áreas.

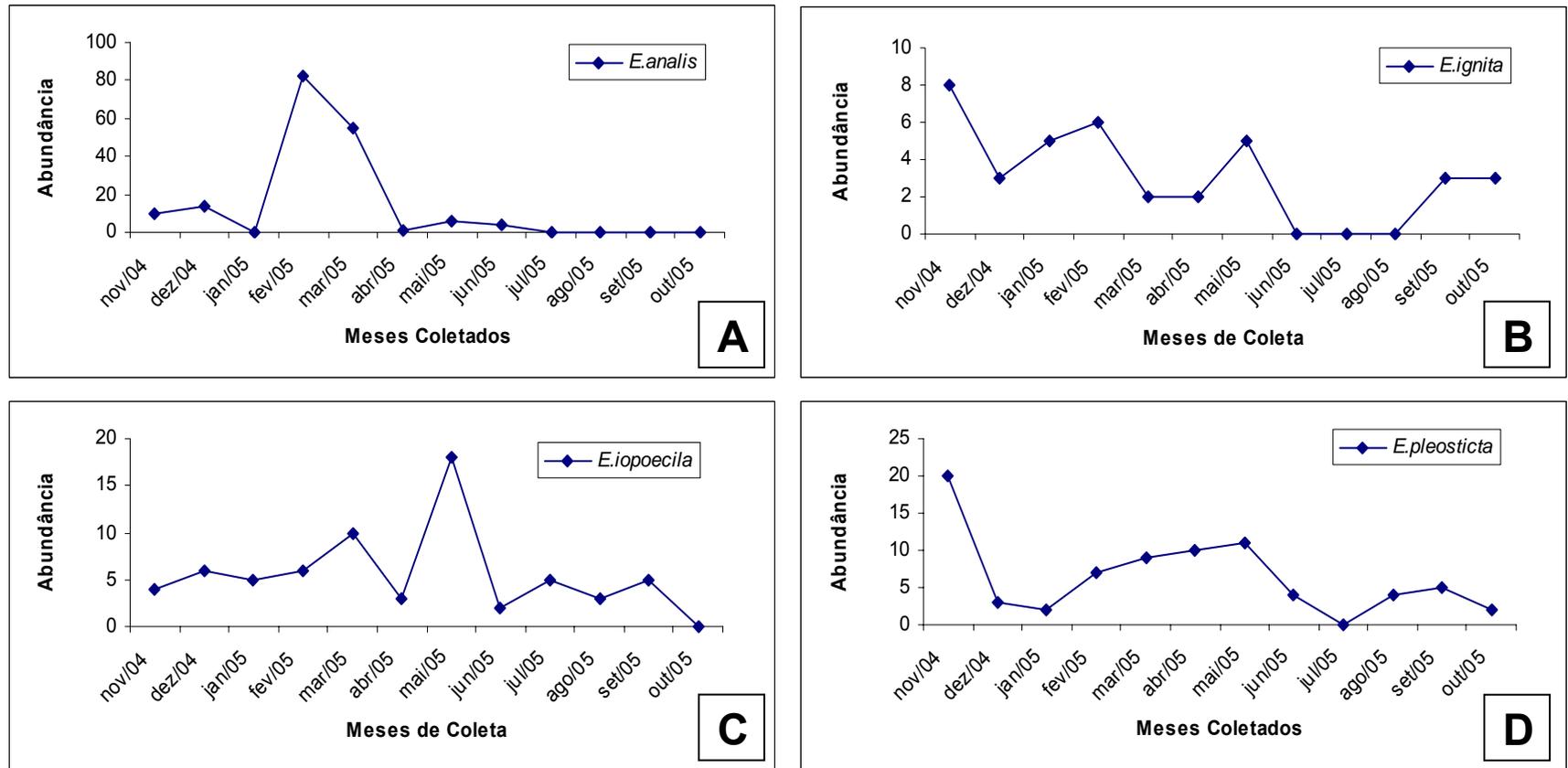


Figura 2.2.6 – Variação da abundância dos machos de Euglossini das espécies *E. analis* (A), *E. ignita* (B), *E. iopoecila* (C) e *E. pleosticta* (D) atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ). A abundância apresentada é o total destas espécies capturadas em todas as áreas, ou nas áreas em que ocorreram.

2.2.4 Análise da diversidade de espécies

A diversidade de Euglossini calculada pelo índice de Shannon (tabela 2.2.5) foi maior na R.B.União, seguida pelos fragmentos pequenos (Afetiva e Estreito respectivamente) e pelos médios (Andorinhas e Imbaú respectivamente). Esta diversidade calculada não mostrou relação significativa com o tamanho da área nem com a diversidade arbórea.

As curvas obtidas para importância das espécies (Rank-Abundance Plot) não apresentaram diferença significativa na comparação entre os fragmentos (segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov a $p \leq 0,05$) (figura 2.2.7). Os valores obtidos para a similaridade percentual de Renkonen mostram que a R.B.União apresentou a menor similaridade quando comparada com as demais áreas estudadas. Os fragmentos pequenos (Afetiva e Estreito) foram muito semelhantes entre si em termos de riqueza de Euglossini, e o mesmo caso ocorreu para os fragmentos médios (Andorinhas e Imbaú). A região do Imbaú como um todo apresentou uma alta similaridade sendo 86,3% o valor mais baixo obtido para a comparação entre as áreas (tabela 2.2.6) .

Tabela 2.2.5 – Tamanho das áreas estudadas, diversidade arbórea (dado extraído de Carvalho, 2005) e diversidade de machos de Euglossini (índice de Shannon), atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005.

Área	Tamanho (ha)	Diversidade Arbórea (Shannon, Dap > 10cm)	Diversidade de Euglossini (Shannon)
Afetiva	19,5	3,33	1,306
Estreito	21,5	2,11	1,17
Imbaú	130	3,06	0,97
Andorinhas	145	3,34	1,08
R.B.União	3126	4,38	1,47

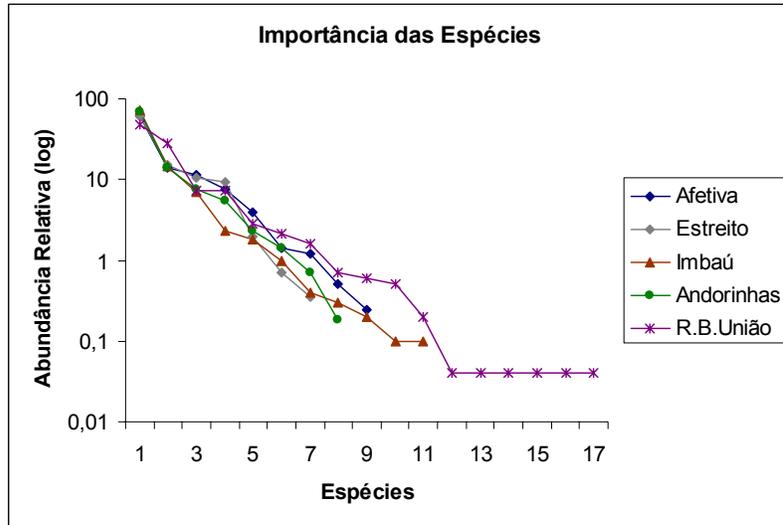


Figura 2.2.7 – Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com sua abundância relativa (tabela 2.2.4) em escala logarítmica, de Euglossini atraídos a iscas aromáticas entre novembro de 2004 e outubro de 2005 nos quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e na R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ).

Tabela 2.2.6 – Similaridade (Renkonnen) entre os quatro fragmentos da região do Imbaú (Silva Jardim, RJ) e a R.B.União (Casimiro de Abreu, RJ) quanto a composição de espécies de Euglossini atraídas a iscas aromáticas ao longo de um ano de coleta (novembro 2004 a outubro 2005). Os valores encontram-se em porcentagem.

Áreas	Afetiva	Estreito	Imbaú	Andorinhas	R.B.União
Afetiva	1	94,6	86,3	91,38	73,74
Estreito		1	88,3	91,5	74,24
Imbaú			1	92,7	69,32
Andorinhas				1	73,22
R.B.União					1

2.3. Discussão

Os dados gerados neste trabalho apontam um sucesso na utilização das armadilhas aqui empregadas para estudos de comunidades de *Euglossini*. O emprego de armadilhas em estudos como este se mostra bastante útil uma vez que dispensa a presença constante de um coletor, eliminando assim a variação gerada por diferenças entre as habilidades de cada coletor, uniformizando a amostra. Esta metodologia permite ainda a instalação simultânea de diversas armadilhas contendo diferentes iscas em várias localidades permitindo assim uma maior abrangência dos estudos. Outro fator extremamente positivo é que permite a padronização dos estudos, e conseqüentemente comparações mais detalhadas dos diversos levantamentos, permitindo a realização de análises mais robustas e gerando um maior esclarecimento sobre os eventos que influenciam as comunidades de abelhas *Euglossini*. Campos *et al.* (1989) já haviam realizado um trabalho utilizando outro tipo de armadilha e indicando a metodologia como promissora. Becker *et al.* (1991) atestaram uma baixa taxa de captura para o modelo de armadilha utilizada em seu estudo. Quanto à taxa de captura, a armadilha aqui utilizada, apresentou um grande sucesso, sendo observada a captura de todos os indivíduos atraídos e sem evidenciar a fuga dos mesmos (obs pess.).

Roubik (2001) mostra que apesar do uso de iscas ser uma boa alternativa, um fator que tem de ser levado muito a sério é o potencial destas iscas de gerar efeitos negativos em longo prazo na comunidade de abelhas *Euglossini* e nas plantas que dependem de sua polinização. Este efeito deve-se ao grande número de indivíduos que pode ser capturado devido à grande variedade de iscas e a coleta poder durar longos períodos. O uso desta técnica pode gerar grandes avanços para o entendimento do comportamento da comunidade de *Euglossini*, porém ressalta-se que os estudos devem estabelecer limites de períodos de coleta: em número de horas por dia, número de dias por mês e número total de meses, para que o estudo não prejudique a comunidade de abelhas.

Resultados de atratividade das iscas obtidos neste trabalho apresentam semelhança aos de outros estudos realizados com iscas aromáticas em outras áreas de Mata Atlântica; em todos, eucaliptol foi a isca que mais atraiu machos de Euglossini (Neves & Viana, 2003; Sofia & Suzuki, 2004; Sofia *et al.*, 2004). Na ausência de eucaliptol, cineol apresentou-se como principal composto em número de espécies e indivíduos em outras áreas de Mata Atlântica (Rebêlo & Garófalo, 1991); este composto se destacou também na Amazônia (Morato *et al.*, 1992). Algumas iscas tiveram uma maior atratividade em outros estudos em relação ao aqui apresentado, como eugenol no estudo de Peruquetti *et al.* (1999) na Mata Atlântica de Minas Gerais e salicilato de metila na Floresta Amazônica (Morato *et al.*, 1992; Oliveira & Campos, 1995 e 1996). Estes dados quando apresentados juntos ilustram como é grande a variação na preferência pelas iscas em diferentes áreas, sejam elas partes de um mesmo bioma como a Mata Atlântica ou de biomas distintos com Mata Atlântica e Floresta Amazônica.

Os dados mostraram que o ajuste do número de pontos ao tamanho da área não interferiu na estimativa dos parâmetros abundância e riqueza. O resultado da análise de curvas de rarefação mostra que as curvas não indicam diferenças de inclinação que caracterizem que as áreas não foram bem amostradas, ou seja, estivessem muito diferentes uma das outras ou com uma inclinação muito acentuada indicando que muitas espécies não foram atraídas. A curva da R.B.União destaca-se das demais áreas, as quais encontram-se muito próximas. O intervalo de confiança gerado (95%) não separa as curvas significativamente, mas este fato pode ter ocorrido devido à comparação ter sido feita a partir de uma abundância muito baixa (abundância total do fragmento Estreito). Foram obtidos dados para abundância que mostram uma relação positiva com o tamanho da área, indicando que áreas maiores possuem um maior número de indivíduos. Os resultados foram obtidos comparando áreas com grandes diferenças de tamanho (19 a 3126 ha), porém a análise de similaridade mostrou que a R.B.União é a área mais distinta quando comparada aos fragmentos do Imbaú e estes são muito semelhantes entre si. Os valores de similaridade (Renkonen) obtidos entre os fragmentos do Imbaú mostram que estas áreas (19 a 145 ha) têm grande

semelhança quanto à comunidade de Euglossini, mesmo em fragmentos que sofreram diferentes impactos associados tanto a redução da área de mata como pela deterioração da qualidade do hábitat. Entretanto, esta similaridade não é total e foi evidenciada a ocorrência de espécies distintas em alguns fragmentos, o que pode ser o resultado da perda de algumas destas espécies em fragmentos onde anteriormente existiam. Este fato significa que a riqueza de espécies dos fragmentos do Imbaú analisados conjuntamente é maior que a de cada fragmento isoladamente, aproximando-se à da R.B. União.

A distribuição dos indivíduos entre as espécies se assemelha aos resultados obtidos em diversos outros trabalhos (Ricklefs *et al.*, 1969; Janzen *et al.*, 1982; Ackerman, 1983; Oliveira & Campos, 1995; Rebelo & Garófalo, 1997; Sofia *et al.*, 2004), nos quais poucas espécies são representadas por muitos indivíduos e muitas espécies representadas por poucos indivíduos. Esta distribuição pode ser um dos fatores que pode explicar os resultados obtidos para o índice de Shannon, colaborando para a obtenção dos baixos valores.

Houve diferenças em termos de composição, principalmente entre a R.B.União e os outros fragmentos. Os fragmentos do Imbaú apresentaram uma grande similaridade quanto às espécies de maior abundância relativa, porém ocorreram pequenas diferenças de composição (estas podendo ser ocasionadas por erro amostral) quando comparadas às espécies raras. Um dos fatores que pode colaborar para a diferença observada na composição entre as áreas do Imbaú é a concentração de espécies em áreas com maior disponibilidade de recursos de seu interesse (Armbruster, 1993). Oliveira e Campos (1995) indicam que a fauna de Euglossini é bastante diferente de um lugar para outro dentro da própria mata, como visto para a floresta tropical de terra firme na Amazônia. É possível que a diferença na composição das espécies verificadas na região do Imbaú tenha sua origem desde a época que estas áreas formavam um contínuo florestal, sendo as diferenças encontradas entre os fragmentos hoje derivadas da diferença entre manchas da própria mata antigamente.

O trabalho de Powell & Powell (1987) indicou um declínio no número de abelhas Euglossini relacionado com o tamanho do fragmento (1-100 ha), sendo

utilizados os fragmentos criados na Amazônia para o projeto BFFF (Biological Dynamics of Forest Fragments). Becker *et al.* (1991), trabalhando nos mesmos fragmentos não verificou esta relação e atribuiu os resultados encontrados por Powell & Powell (1987) à proximidade temporal do estudo com a fragmentação da área. Sofia & Suzuki (2004) obtiveram resultado semelhante ao deste estudo, verificando uma relação entre tamanho da área e abundância quando comparado o fragmento de 2280 ha com os de 86 ha e 8,5 ha, porém não evidenciando esta relação quando comparado os dois menores na Mata Atlântica do Paraná.

Tonhasca *et al.* (2002) estudou na Mata Atlântica do norte do Rio de Janeiro, caracterizada por uma vegetação constituída de floresta ombrófila densa Montana (entre 500 e 1500m), submontana (até 500m) e por campos de altitude (acima de 1600m), fragmentos com diferenças quanto à degradação e tamanho (variavam de 14 a 200 ha) e que se encontravam próximos (separados por não mais que 3km uns dos outros) e não verificou relação entre diferentes fragmentos e abundância.

Os resultados deste trabalho mostraram que os fragmentos de tamanhos entre 1-200 ha não sofreram diferenciação quanto à riqueza e abundância de espécies de Euglossini a ponto de serem considerados distintos. Um dos fatos que poderia explicar a composição semelhante entre os fragmentos da região do Imbaú seria a capacidade de dispersão das abelhas Euglossini e sua capacidade de explorar áreas próximas, como visto para a região do Imbé no norte do Estado do Rio de Janeiro em uma área montana de Mata Atlântica (Tonhasca *et al.*, 2002 e 2003). O fato da R.B.União apresentar uma riqueza bem mais alta que os outros fragmentos mostra que a diversidade arbórea (um fator utilizado para comparar os fragmentos quanto à qualidade do hábitat) pode ser um fator determinante para a riqueza de espécies, pois apresentou relação significativa com a riqueza quando todas as áreas foram comparadas. Esta relação de maior riqueza de Euglossini em fragmentos florestais maiores e menos perturbados já havia sido apontada por outros autores, como Peruquetti *et al.* (1999).

Os dados de sazonalidade aqui apresentados são semelhantes aos encontrados por outros autores, cujos estudos também verificaram maior número de indivíduos na estação chuvosa em relação à estação seca (Becker *et al.*, 1991;

Rebello & Garófalo, 1991; Oliveira & Campos, 1995; Oliveira 1999). Segundo Pearson & Dressler (1985) esta relação pode estar associada a picos de floração; outros autores sugerem que a flutuação pode estar relacionada a atividades de nidificação e emergência de adultos (Ackerman, 1983; Roubik & Ackerman, 1987; Rebello & Garófalo, 1991). A variação pode ainda estar associada à preferência por determinada isca de acordo com a idade dos indivíduos, machos mais jovens visitariam principalmente substâncias odoríferas uma vez que estão mais ativos sexualmente, enquanto os mais velhos as visitariam menos (Zimmerman & Madrinan, 1988; Ackerman, 1989). Tonhasca *et al.* (2002) sugere que fatores abióticos podem estar também envolvidos com a visita dos machos às iscas, tais como mudanças na velocidade e direção do vento, nebulosidade e temperatura. A umidade relativa não parece ser um fator microclimático que cause diferença na abundância das abelhas Euglossini ao longo dos meses, visto que esta se manteve entre 80 e 90% ao longo de todo ano sofrendo somente pequenas variações. A menor atividade das abelhas coincidiu com o período de menores temperaturas. Entretanto, não é possível fazer uma associação direta, pois foi o período também de menor florescimento. A explicação sobre qual desses fatores influenciou o resultado aqui mostrado só pode ser respondida com estudos mais detalhados sobre a emergência de indivíduos ao longo do ano na Mata Atlântica e períodos de floração das espécies que ocorrem na região da bacia do rio São João.

As espécies que apresentaram maior abundância relativa, *E. cordata*, *E. cingulata*, *E. sapphirina* e *E. nigrita* ocorreram ao longo de todo o ano, sendo a primeira a que apresentou a maior dominância. Os períodos de maior atividade de *E. cordata* e *E. sapphirina* na região coincidem com os encontrados em outra área de Mata Atlântica (Tonhasca *et al.*, 2002). A abundância de *E. cordata* e *E. sapphirina* influenciou fortemente os picos de abundância de Euglossini em fevereiro, enquanto o pico de setembro está associado ao aumento de *E. cingulata*. A flutuação de algumas espécies como *E. ignita* não seguiu a tendência geral de maior ocorrência na estação chuvosa em relação à seca.

E. cordata é uma espécie que ocorre em diversas regiões fitogeográficas diferentes: Mata Atlântica, restingas, caatinga e cerrado (Neves & Viana, 2003). Trabalhos recentes vêm sugerindo a hipótese de que *E. cordata* é uma espécie favorecida por ambientes secos e alterados (Rebêlo & Cabral, 1997; Rebelo & Silva, 1999; Silva & Rebelo, 2002). Esta espécie foi dominante em todas as áreas inclusive na área mais conservada (R.B.União), embora nesta tenha tido o menor valor de dominância. Outros estudos também apresentaram *E. cordata* como espécie de maior abundância (Rebêlo & Cabral, 1997; Silva & Rebelo, 2002; Souza *et al.*, 2005), e no trabalho de Peruquetti *et al.* (1999) esta espécie foi dominante na área considerada menos perturbada.

Eulaema nigrita é uma espécie que tem sido encontrada em grande número em fragmentos mais perturbados e foi sugerida como indicadora de qualidade ambiental para áreas degradadas (Peruquetti *et al.*, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002), porém nossos resultados diferem mostrando que ela ocorreu em todas as áreas com uma abundância relativa semelhante.

E. cingulata e *E. sapphirina* se destacaram como espécies de grande importância em termos de abundância relativa, sendo *E. sapphirina* uma das espécies mais abundantes no estudo de Tonhasca *et al.* (2002) na Mata Atlântica do norte do estado do Rio de Janeiro. Em áreas de mata semi-decídua do sudeste do Brasil, diferentemente deste trabalho, *E. pleosticta*, *E. securigera* e *E. fimbriata* tiveram destaque como espécies de grande abundância (Rebêlo & Garófalo, 1991 e 1997; Garófalo *et al.*, 1998; Jesus & Garófalo, 2000) assim como em outros trabalhos em Mata Atlântica (Tonhasca *et al.*, 2002; Sofia *et al.*, 2004).

E. analis foi indicada no trabalho de Tonhasca *et al.* (2002) como potencial bioindicadora de qualidade ambiental por não serem coletadas em áreas mais degradadas. Este fato foi constatado também em nosso estudo corroborando com a sugestão desta espécie como indicadora, ou seja, dentro de um número amplo de espécies que ocorrem nestas regiões esta pode ser destacada para maior enfoque de trabalhos sobre a biologia da espécie. Outras espécies que ocorreram somente na R.B.União como *E. ignita* foram encontradas em áreas de floresta degradada, menores e fragmentadas por outros autores (Tonhasca *et al.*, 2002;

Souza *et al.*, 2005), não sendo assim uma espécie com potencial para bioindicadora.

Eufriesea apesar de ser um gênero coletado em estudos de Mata Atlântica na região de Londrina no Paraná (Sofia *et al.*, 2004), na região de Viçosa em Minas gerais (Peruquetti *et al.*, 1999) e na região do Norte Fluminense no Rio de Janeiro (Tonhasca *et al.*, 2002) nenhuma espécie deste gênero foi coletada neste estudo.

Valores como os obtidos para fragmentos como o Andorinhas, cuja queda no número de indivíduos é muito grande (tendo valores menores que Estreito e Afetiva) quando se utiliza a abundância por número de pontos, indicam a necessidade de ajustar o esforço de coleta ao tamanho da área visando obter relações mais claras de abundância. Outro fator importante da realização de um esforço mais proporcional ao tamanho da área é maximizar as chances de coleta de indivíduos de espécies que ocorrem em baixa abundância, uma vez que o raio de ação das armadilhas passa a cobrir uma porcentagem maior da mata, maximizando assim a chance de se conseguir uma melhor estimativa de riqueza real da área.

A diversidade (índice de Shannon) apresentou o maior valor pra R.B.União, em relação aos fragmentos da região do Imbaú, desta podemos destacar o fragmento Afetiva que obteve a segunda maior diversidade. Embora ocorram diferenças de diversidade está não é estatisticamente significativa como mostrado pelas curvas do Rank-Abundance plot. Um dos pontos que pode colaborar para a similaridade entre as áreas, desde a R.B.União aos fragmentos do Imbaú, é a existência de muitas espécies em comum. Analisando as distâncias entre os fragmentos e a paisagem em que estão inseridos, vê-se que juntos os fragmentos da região do Imbaú possuem uma diversidade quase tão alta quanto a R.B.União.

O tamanho da área e a diversidade arbórea são fatores que influenciam nos parâmetros (abundância, riqueza) da comunidade de Euglossini (para este tipo de paisagem), a fragmentação e a degradação exercem uma influência negativa. Os resultados, no entanto, mostram que as alterações causadas pela fragmentação só são notadas quando a diferença entre as áreas é grande. Fragmentos com áreas entre 19-145 ha não parecem apresentar diferenças entre si quanto aos

efeitos da degradação, porém isto pode ser um indicativo que todos eles já sofrem igualmente as perdas. Outra observação importante que se pode obter pelos dados é que as variáveis (tamanho e qualidade do habitat) influenciam de forma diferente os parâmetros da comunidade (abundância e riqueza), o tamanho influencia a capacidade da área de suportar indivíduos (ou seja, altera a abundância) e a qualidade do habitat influencia a capacidade da área de manter espécies distintas (ou seja, altera a riqueza).

Apesar dos parâmetros individuais (abundância, riqueza) dos fragmentos da região do Imbaú serem significativamente menores que os da R.B.União quando tratados separadamente, a região como um todo detém uma diversidade quase tão alta quanto a R.B.União, sugerindo que toda a área deva ser protegida para a manutenção das populações de *Euglossini*, não sendo indicada a proteção de somente algumas áreas prioritárias dentro desta paisagem.

Capítulo 3

Dispersão de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) entre remanescentes de Mata Atlântica da bacia do Rio São João, RJ.

3.0. Introdução

A fragmentação é um efeito que consiste na redução de uma área contínua em pequenas áreas isoladas, o que gera diversos efeitos negativos como extinção de espécies (animais e vegetais) e perda da variabilidade genética. Estudos recentes vêm sendo realizados visando verificar se o isolamento de áreas pode afetar a dispersão das abelhas Euglossini. Embora estas abelhas sejam conhecidas por possuírem uma grande capacidade de vôo (Janzen, 1971; Raw, 1989), trabalhos utilizando a técnica de marcação e recaptura têm apresentado resultados controversos. Enquanto trabalhos como o de Powell & Powell (1987) observaram que uma distância de 100 m de área aberta poderia ser uma barreira para a dispersão destas abelhas, estudos recentes como o de Tonhasca *et al.* (2003) verificaram a dispersão destas abelhas entre fragmentos separados por até 1,7 km.

Uma vez que a fragmentação pode gerar uma diferenciação da distribuição das espécies ao longo destas áreas fragmentadas, o conhecimento sobre a capacidade de dispersão das espécies de Euglossini na região da bacia do rio São João é de grande valia para o entendimento de como isto pode vir a afetar a comunidade destas abelhas. O estudo visou verificar se as matrizes (que consistem de áreas abertas como pasto, culturas e estradas) que envolvem os fragmentos podem ser barreiras físicas que impeçam a dispersão das abelhas Euglossini de uma área para outra, afetando assim a comunidade local.

3.1. Material e métodos

3.1.1 Área de estudo - Vide capítulo 1

3.1.2 Método para a captura e recaptura de abelhas Euglossini

A marcação e recaptura foi realizada ao longo de quatro dias (17 a 20 de janeiro de 2006). No primeiro dia foram marcados todos os indivíduos atraídos a três iscas aromáticas (eucaliptol, cineol e vanilina) e capturados com a utilização de redes entomológicas. A marcação foi feita de 9 às 12h em dois fragmentos e de 13 às 16h nos outros dois, por dois grupos de pessoas simultaneamente. Nos três dias consecutivos foram realizadas as recapturas, seguindo o mesmo padrão de dois fragmentos amostrados na parte da manhã e dois na parte da tarde. Estes horários foram invertidos entre os fragmentos nos dias subseqüentes.

Os indivíduos coletados durante a marcação foram colocados em frascos, e mantidos no gelo por um tempo de aproximadamente dois minutos; após este período as abelhas foram marcadas (ao longo do escutelo, mesoescuto, sutura escuto-escutelar e tégulas) com a utilização de canetas de marcação permanente Mitsubishi (Unipaint PX - 20). Indivíduos em cada fragmento foram marcados com uma cor diferente para permitir a identificação daqueles que dispersaram entre áreas e os que foram recapturados na mesma área. Os indivíduos foram identificados no campo; no caso de espécies muito semelhantes, a identificação com segurança só pode ser feita para os indivíduos recapturados, em laboratório.

Os indivíduos coletados durante a recaptura (feita após 24, repetida com 48 e 72 horas) foram presos em uma mangueira transparente e só foram soltos ao final do experimento, para não serem recontados. Indivíduos capturados (em fragmento diferente do qual fora marcado) foram mortos e levados ao laboratório para a confirmação da identificação.

Os pontos de amostragem onde as abelhas foram marcadas e recapturadas encontram-se destacados com hexágonos cinzas na figura 1.3.2, com as devidas distâncias entre eles. Os pontos em preto indicam locais onde foram coletados indivíduos ao longo do estudo mostrado no capítulo 2.

3.2. Resultados

Foi marcado um total de 323 indivíduos pertencentes a seis espécies representando três gêneros (*Eulaema*, *Euglossa*, *Exaerete*) nas cinco áreas selecionadas. A tabela 3.2.1 mostra o número de indivíduos de cada espécie marcado e recapturado. *Euglossa cordata* e *Euglossa sapphirina* foram às espécies com maior número de indivíduos capturados e marcados. A recaptura de indivíduos marcados do mesmo fragmento foi evidenciada como mostra a tabela 3.2.1.

Apesar de indivíduos de diversas espécies terem sido marcados, somente indivíduos de *E. cordata* foram recapturados em áreas distintas daquelas onde foram marcados (tabelas 3.2.1 e 3.2.2). À distância de maior alcance de recaptura foi de 2,29 km em linha reta (entre os fragmentos Estreito e Afetiva). A dispersão do Imbaú ocorreu só até o Sítio do Professor, enquanto Estreito, Afetiva e Andorinhas apresentaram dispersão entre eles.

Tabela 3.2.1 – Total de indivíduos marcados e recapturados por espécie ao longo de 4 dias nos fragmentos selecionados da região do Imbaú em Silva Jardim, RJ. Marcações do próprio fragmento estão à esquerda e marcadas em outros fragmentos estão a direita.

Espécies	Marcação				Recaptura Total				
	AFT	EST	IMB	AND	AFT	EST	IMB	AND	SPR
<i>Eulaema nigrita</i>	1	1	1	4	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
<i>Euglossa cordata</i>	56	21	51	17	5/1	0/3	3/0	1/3	0/1
<i>Euglossa iopoecila</i>	0	0	1	1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
<i>Euglossa pleosticta</i>	15	4	3	7	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0
<i>Euglossa sapphirina</i>	29	17	63	30	10/0	5/0	11/0	3/0	0/0
<i>Exaerete smaragdina</i>	0	0	1	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Total	101	43	120	59	16/1	5/3	14/0	4/3	0/1

Tabela 3.2.2 – Dispersão de *Euglossa cordata* entre os fragmentos selecionados da região do Imbaú em Silva Jardim, RJ. O número de marcas indica os indivíduos recapturados em um fragmento marcados com a cor de outro fragmento.

Nº de abelhas marcadas e recapturadas	Local de Marcação	Local de Recaptura
1	Andorinhas	Afetiva
2	Estreito	Andorinhas
1	Afetiva	Andorinhas
2	Afetiva	Estreito
1	Andorinhas	Estreito
1	Imbaú	S. Professor

3.3 Discussão

A taxa de recaptura obtida neste estudo foi baixa, resultado semelhante ao encontrado em outros trabalhos com dispersão (Janzen, 1971; Raw, 1989; Tonhasca *et al.*, 2003), embora a metodologia entre estes trabalhos apresentasse variações. O maior número de indivíduos marcados e recapturados pertenceram às espécies *E. cordata* e *E. sapphirina*, resultado já esperado pela sazonalidade observada para estas espécies (capítulo 2). Apesar da baixa taxa de recaptura, os resultados indicaram sucesso da marcação, uma vez que esta se manteve aparente no corpo dos indivíduos.

Todos os indivíduos capturados em uma área distinta da qual foram marcados pertencem a espécie *Euglossa cordata*. O estudo de Tonhasca *et al.* (2003) registrou a dispersão de outras espécies como *Euglossa sapphirina* (em uma distância de até 1,34 km), *Eulaema nigrata* (até 1,7 km) e *Euglossa analis* (mais de 1 km). *E. analis*, assim como as outras espécies encontradas somente na R.B.União no estudo feito ao longo do ano (capítulo 2), não ocorreu em nenhum destes fragmentos. Os dados aqui presentes mostram que apesar da marcação de um número considerável de indivíduos de *E. sapphirina*, não foi observada dispersão entre as áreas. O trabalho de Peruquetti *et al.* (1999) não verificou a dispersão de *E. nigrata* para áreas adjacentes, o que os autores atribuíram também à baixa abundância de indivíduos desta espécie nos dias do experimento.

Uma possível explicação para a não dispersão de espécies que foram marcadas em abundância como *E. sapphirina* é que apesar dos machos não terem um lugar fixo para retornar (ninho) e poderem percorrer longas distâncias ao longo de sua vida, eles podem passar dias em uma localidade antes de se movimentarem para outra (Raw, 1989). Outra explicação pode estar associada com a concentração de machos em determinadas áreas devida à disponibilidade de recursos como mostra o estudo de Armbruster (1993). Esse fator pode estar ligado com a dispersão de *E. cordata* do fragmento Imbaú somente até o Sítio do Professor. Estas áreas por serem duas das maiores e estarem próximas podem

conter uma disponibilidade de recursos que não torne necessário a dispersão até áreas mais distantes.

O estudo aqui realizado foi feito em somente um período, o chuvoso, no qual a abundância das abelhas Euglossine se apresentava maior como mostrado no capítulo anterior. Por ter sido realizado em somente um período fica-se preso a determinadas limitações como a ocorrência das espécies presentes somente naquele mês, a interferência dos recursos presentes naquele mês (neste caso os recursos estavam abundantes por estar na estação chuvosa). A realização dos estudos em períodos diferentes onde as condições de temperatura, abundância de recursos sejam diferentes como na estação seca pode alterar o comportamento de dispersão aqui observado, uma vez que os indivíduos possivelmente terão que percorrer maiores distâncias para obtenção de recursos, isso permitiria a confirmação ou não dos dados aqui obtidos.

Os resultados obtidos neste trabalho diferem dos de Tonhasca *et al.*, 2003 em parte devido às diferentes distâncias de dispersão testadas nos dois trabalhos, a distância mínima entre os pontos de coleta neste trabalho foi maior do que a máxima distância observada para dispersão no trabalho dele. Outro fator que poderia afetar a dispersão, alcance e direção das iscas, o vento, não foi levado em consideração, pois sua incidência foi muito baixa nos fragmentos em questão.

Embora as abelhas Euglossini sejam conhecidas por sua capacidade de voar grandes distâncias (Janzen, 1971; Dressler, 1968; Ackerman & Montalvo, 1985; Raw, 1989), observações realizadas por autores em diferentes regiões e biomas têm encontrado resultados bastante distintos. Powell & Powell (1987), ao monitorá-las antes e depois da criação dos fragmentos do Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais na Amazônia, verificaram que uma clareira de 100 m poderia ser uma barreira física a dispersão de Euglossini, registrando um declínio na população. Becker *et al.* (1991) trabalhando na mesma região não achou relação entre fragmentação e a diminuição da população. Cane (2001) discutiu que o declínio evidenciado pelos resultados de Powell & Powell (1987) possa ser atribuído à proximidade temporal com que o estudo foi realizado após a fragmentação das áreas. Tonhasca *et al.* (2003) em seu estudo na mata atlântica

do norte do estado do Rio de Janeiro indicaram que áreas abertas não impedem a movimentação das abelhas Euglossini entre fragmentos, morros não impedem as abelhas de localizar as iscas e que estas são capazes de localizar as iscas independentes de sua posição na paisagem.

Os resultados aqui obtidos sugerem que haja uma conectividade entre os fragmentos da região do Imbaú para *Euglossa cordata*. Esta observação sugere que esta conectividade, embora não detectada para outras espécies, possa ser um dos fatores relacionados a semelhante composição e a ausência de relação entre tamanho ou diversidade arbórea com a riqueza e abundância de Euglossini nos fragmentos do Imbaú (capítulo 2). A continuidade deste estudo em épocas distintas ao longo do ano é importante para a comprovação desta suspeita. A existência de conectividade para estas espécies sugnifica que a ausência de recursos em um fragmento não afetaria tão seriamente as populações que possam se deslocar entre fragmentos próximos. Estes movimentos de dispersão entre áreas próximas, por sua vez, provavelmente ajudam na polinização de árvores esparsas que são visitadas pelos machos de Euglossini (Raw, 1989). Outro fator importante da dispersão de indivíduos de Euglossini entre áreas é a manutenção da variabilidade genética das populações.

Capítulo 4

Considerações finais

Os resultados apresentados quanto à diversidade de Euglossini reforçam a necessidade da conservação dos fragmentos florestais ainda restantes, quando mostram que os fragmentos da região do Imbaú ainda sustentam uma comunidade de Euglossini em termos de riqueza significativa, quase tão alta quanto a R.B.União que é tida com uma das áreas menos degradadas remanescentes na região centro-norte fluminense. A preservação do conjunto destas áreas irá manter as populações destas espécies de abelhas nesta região de extrema importância ecológica, mantendo os serviços de polinização das espécies de plantas que dependem delas, influenciando diretamente na manutenção das espécies animais (frugívoros, como o mico-leão dourado) e a regeneração das espécies arbóreas.

Os dados corroboram a sugestão da utilização das abelhas Euglossine como indicadores de qualidade ambiental. A comunidade responde ao processo da fragmentação com áreas mais degradadas apresentando um menor número de espécies, menor diversidade, maior abundância de espécies mais generalistas como *E. cordata*. Ao nível de espécie os resultados obtidos neste estudo corroboram a utilização de *E. analis* como espécie indicadora de áreas menos degradadas para a região de Mata Atlântica do centro-norte fluminense. A utilização destas abelhas como indicadores de qualidade ambiental deve ser vista com cautela visto que estas abelhas apresentam uma flutuação sazonal e uma preferência por iscas que variam muito devido a diversos fatores como diferentes biomas, clima, região entre outros, portanto deve-se ter um estudo realizado na região como base para comparação.

Referências bibliográficas

- Ackerman JD. (1983) Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. *Biological Journal of the Linnean Society*. 20: 301-314.
- Ackerman JD & Montalvo AM. (1985) Longevity of euglossine bees. *Biotropica*. 17: 79-81.
- Armbruster WS. (1993) Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male euglossine bees: possible causes and implications. *Biotropica*. 25(1): 122-128.
- Augusto SC & Garófalo CA. (2004) Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Insectes Sociaux*. 51: 400-409.
- Becker P, Moure JS & Peralta FJA. (1991) More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica*. 23(44): 586-591.
- Bembé B. (2004) Functional morphology in euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Apidologie*. 35: 283-291.
- Bierregaard RO, Lovejoy TE, Kapos V, Santos AA & Hutchings RW. (1992) The biological dynamics of tropical rain-forest fragments. *BioScience*. 42: 859-866.
- Bierregaard RO, Laurance WF, Gascon C, Benitez-Malvido J, Fearnside PM, Fonseca CR, Ganade G, Malcolm JR, Martins MB, Mori S, Oliveira ML, Mèrona R, Scariot A, Spironello W & Williamson B. (2001) Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon. Lessons from Amazonia. *Yale University Press*.

- Búrquez A. (1997) Distributional limits of euglossine and meliponine bees (Hymenoptera: Apidae) in northwestern Mexico. *Pan-Pacific Entomology*. 73(2): 137-140.
- Cane JH. (2001) Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? *Conservation Ecology*. 5:2 (online) URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>.
- Campos LAO, Silveira FA, Oliveira ML, Abrantes CVM, Morato EF & Melo GAR. (1998) Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*. 6(4): 621-626.
- Carvalho FA. (2005) Efeitos da fragmentação florestal na florística e estrutura da Mata Atlântica submontana da região do Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. *Tese de Mestrado*. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Dodson CH, Dressler RL, Hills HG, Adams RM & Williams NH. (1969) Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science*. 164(13): 1243-1249.
- Dodson CH & Frymire GP. (1961) Natural pollination of orchid. *Missouri Botanical Garden Bulletin*. 49(9): 133-152.
- Dressler RL. (1968) Observations on orchids and euglossine bees in Panama and Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical*. 164(13): 1243-1249.
- Dressler RL. (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics*. 13: 373-394.
- Dressler RL. (1990) The orchids, natural history and classification. *Harvard University Press, Cambridge*. 332pp.

- Dressler RL. (1993) Phylogeny and classification of the orchid family. *Dioscorides Press, Portland, Oregon*. 314pp.
- Donaldson J, Nänni I, Zachariades C & Kemper J. (2002) Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproductive success in Renosterveld shrublands of South Africa. *Conservation Biology*. 16(5): 1267-1276.
- Eltz T, Whitten WM, Roubik DW & Linsenmair KE. (1999) Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. *Journal of Chemical Ecology*. 25(1): 157-176.
- Eltz T, Sager A & Lunau K. (2005) Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bee. *Journal of Comparative Physiology*. 191: 575-581.
- Fahrig L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 34: 487-515.
- Folsom JP. (1985) Dos nuevas técnicas para capturar y marcar abejas machos de la tribu Euglossini (Hymenoptera, Apidae). *Actualidades Biológicas*. 14(51); 20-25.
- Fundação SOS Mata Atlântica/INPE. (2001) Atlas dos remanescentes florestais do Rio de Janeiro.
- Fundação SOS Mata Atlântica. (2002) Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000. *SOS Mata Atlântica/INPE/ISA, São Paulo*.
- Garófalo CA. (1994) Biologia da nidificação dos euglossinae (Hymenoptera, Apidae). *Anais do Encontro Sobre Abelhas de Ribeirão Preto*. 1:17-26.

- Garófalo CA, Camillo E, Augusto SC, Jesus BMV & Serrano JC. (1998) Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revista Brasileira de Zoologia*. 15: 589-596.
- Gotelli NJ & Entsminger GL. (2001) EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- IBGE. (1993) Mapa da vegetação do Brasil. *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro*.
- Janzen DH. (1971) Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*. 171: 203-205.
- Janzen DH, de Vries PJ, Higgins ML & Kimsey LS. (1982) Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. *Ecology*. 63: 6-74.
- Jesus BMV & Garófalo CA. (2000). Riqueza e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na Mata da Virgínia, Matão, São Paulo. *Anais do 4º Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, FFCLRP-USP*. 4: 239-245.
- Kearns CA, Inouye DW & Waser NM. (1998) Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 29: 83-112.
- Kimsey LS. (1980) The behavior of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the questions of leks. *Animal Behavior*. 28: 996-1004.

- Kimsey LS. (1984) The behavioral and structural aspects of grooming and related activities in Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Zoology*. 204: 541-550.
- Liow LH, Sodhi NS & Elmqvist T. (2001) Bee diversity along a disturbance gradient in tropical lowland forest of south-east Asia. *The Journal of Applied Ecology*. 38: 180-192.
- Lunau K. (1992) Evolutionary aspects of perfume collection in male euglossine bees (Hymenoptera) and of nest deception in bee-pollinated flowers. *Chemecology*. 3: 65-73.
- Magurran AE. (2003) Measuring Biological Diversity. *Blackwell Publishing*, Oxford. pp256.
- Michener CD. (1990) Classification of the Apidae (Hymenoptera). *University of Kansas Science Bulletin*. 54(4): 75-164.
- Michener CD. (2000) The bees of the World. *The John Hopkins University Press*, Baltimore. 913pp.
- Minckley, RL & Reyes SG. (1995) Capture of the orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. *Journal of Kansas Entomological Society*. 69: 102-104.
- MMA/SBF. (2002) Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. *MMA/SBF, Brasília*.

- Morato EF, Campos LAO & Moure JS. (1992) Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia central. *Revista Brasileira de Entomologia*. 36(4): 767-771.
- Moure JS. (1995) Notas sobre algumas espécies de abelhas da Bahia, Brasil (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 12(3): 467-470.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB & Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Neves EL & Viana BF. (2003) A fauna de abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) dos Estado da Bahia, Brasil. Apoidea Neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure, Editora UNESC, Criciúma.
- Oliveira ML & Campos LAO. (1995) Abundância, riqueza e diversidade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 12(3): 547-556.
- Oliveira ML & Campos LAO. (1996) Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 13(4): 1075-1085.
- Oliveira ML. (1999) Sazonalidade e horário de atividade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia central. *Revista Brasileira de Zoologia*. 16(1): 83-90.
- Oliveira ML. (2000) O gênero *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): filogenia, biogeografia e relações com as Orchidaceae. *Tese de Doutorado*. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP.

- Pearson DL & Dressler RL. (1985). Two-Year Study of Male Orchid Bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) Attraction to Chemical Baits in Lowland South-Eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*. 1(1): 37-54
- Peruquetti RC, Campos LAO, Coelho CDP, Abrantes CVM & Lisboa LCO. (1999) Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Revista Brasileira de Zoologia*. 16(2): 101-118.
- Powell AH & Powell VN. (1987) Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica*. 19(2): 176-179.
- Raw A. (1989) The Dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet Forest (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 33: 103-107.
- Rebêlo JMM & Garófalo CA. (1991) Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudoeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 51(4): 787-799.
- Rebêlo JMM & Cabral AJM. (1997) Abelhas *Euglossinae* de Barreirinhas, zona do litoral da Baixada Oriental Maranhense. *Acta Amazonica*. 27(2): 145-152.
- Rebêlo JMM & Garófalo CA. (1997) Comunidades de Machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do Estado de São Paulo. *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*. 26(2): 243-255.
- Rebêlo JMM & Silva FS. (1999) Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 26(3): 379-391.

- Ricklefs RE, Adams RM, & Dressler RL. (1969) Species diversity of *Euglossa* in Panama. *Ecology*. 50(4): 713-716.
- Rizzini CT. (1979) Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos. *Editora Hucitec & Edusp, São Paulo; Vol 2*.
- Rocha CFD, Bergallo HG, Alves MAS & Sluys MV. (2003) A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. *Rima Editora, São Carlos*. p163.
- Roubik DE. (1989) Ecology and natural history of tropical bees. *Cambridge University Press, Cambridge*. 514 pp.
- Roubik DW & Ackerman JD. (1987) Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia*. 73(33): 321-333.
- Roubik DW. (2001) Ups and downs in pollinator populations: When is there a decline? *Conservation Ecology*. 5(1), 2.
URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art2> .
- Samejima H, Marzuki M, Nagamitsu T & Nakasizuka T. (2004) The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation* (10.1016/j.biocon.2004.03.030).
- Sema. (2001) Atlas das unidades de conservação da natureza do estado do Rio de Janeiro. *Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Governo do Estado do Rio de Janeiro*. Metalivros. 48pp.
- Silva FS & Rebêlo JMM. (2002) Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual island, in the State of Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 62(1): 15-23.

- Singer RB. (2003) Orchid pollination: recent developments from Brazil. *Lankesteriana*. 7: 111-114.
- Sneath PHA & Sokal RR. (1973) Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. *WH Freeman, San Francisco*.
- Sofia SH, Santos AM, Silva CRM. (2004) Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*. 94(2): 217-222.
- Sofia SH & Suzuki KM. (2004) Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Neotropical Entomology*. 33(6); 693-702.
- Souza AKP, Hernández MIM & Martins CF. (2005) Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(2): 320-325.
- Steffan-Dewenter I. (2002) Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. *Ecological Entomology*. 27: 631-637.
- Stern DL. (1991) Male territoriality and alternative male behaviors in the euglossini bee, *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 64(4): 421-437.
- Tonhasca Jr. A, Blackmer JL & Albuquerque GS. (2002) Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*. 34(3): 416-422.

- Tonhasca Jr. A, Albuquerque GS & Blackmer JL. (2003) Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology*. 19: 990-102.
- Vogel S. (1963) Das sexuelle anlockungsprinzip der catasetinen- und stanhopeenblüten und die wahre funktion ihres sogenannten futtergewebes. *Österreichischer Botanische Zeitung*. 110: 308-337.
- Vogel S. (1966) Parfümsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchidaceen an Gloxinia. *Österreichischer Botanische Zeitung*. 113: 302-361.
- Willcove DS, McLellan CH, Dobson AP. (1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation Biology*. 237-256.
- Williams NH & Whitten WM. (1983) Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. *Biological Bulletin*. 164: 355-395.
- Whittaker RH. (1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science*. 147: 250-260.
- Wolda H. (1981) Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*. 50: 296-302.
- Zimmerman JK & Madrinan SR. (1988) Age structure of male *Euglossa imperialis* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) at nectar and chemical sources in Panama. *Journal of Tropical Ecology*. 4: 303-306.