

AMADA MARIANA COSTA DE MELO

**GRADIENTES AMBIENTAIS E A COMUNIDADE DE ABELHAS
EUGLOSSINA (HYMENOPTERA, APIDAE) EM FRAGMENTOS DE
MATA ATLÂNTICA INTERCALADOS POR UMA MATRIZ DE
EUCALIPTAIS, NO EXTREMO SUL DA BAHIA**

Salvador - BA

2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

AMADA MARIANA COSTA DE MELO

**GRADIENTES AMBIENTAIS E A COMUNIDADE DE ABELHAS
EUGLOSSINA (HYMENOPTERA, APIDAE) EM FRAGMENTOS DE
MATA ATLÂNTICA INTERCALADOS POR UMA MATRIZ DE
EUCALIPTAIS, NO EXTREMO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia para obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Biomonitoramento.

Orientadora: Profa. Dra. Blandina Felipe Viana

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Luis Bernardo da Rocha

Salvador - BA

2005

Biblioteca Central Reitor Macêdo Costa – UFBA

M517 Melo, Amada Mariana Costa de. Gradientes ambientais e a comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica intercalados por uma matriz de eucaliptais, no extremo sul da Bahia / Amada Mariana Costa de Melo - 2005.

115 f. : il.

Orientadora : Profa. Dra. Blandina Felipe Viana.

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Luis Bernardo da Rocha.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, 2005.

1. Abelha - Habitat. 2. Interação animal-plantas – Mata Atlântica (BA). I. Viana, Blandina Felipe. II. Rocha, Pedro Luis Bernardo da. III. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. IV. Título

CDD – 595.79

CDU – 595.799

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Cláudia Maria Jacobi (UFMG)

Profa. Dra. Raquel Perez-Maluf (UESB)

Prof. Dr. Pedro Luis Bernardo da Rocha
(Co-orientador - UFBA)

Profa. Dra. Blandina Felipe Viana
(Orientadora - UFBA)

Homologado em ___/___/2005

Ao meu noivo Alex Fabian, pelo amor que nos une e pela constante presença, apesar
da distância física.

Ao futuro...

Amanhã
(Guilherme Arantes)

Amanhã será um lindo dia, da mais louca alegria
Que se possa imaginar, amanhã redobrada a força
Pra cima que não cessa, há de vingar
Amanhã mais nenhum mistério, acima do ilusório
O astro rei vai brilhar, amanhã a luminosidade
Alheia a qualquer vontade, há de imperar, há de imperar
Amanhã está toda a esperança por menor que pareça
O que existe é pra festejar, amanhã apesar de hoje
Ser a estrada que surge, pra de trilhar
Amanhã mesmo que uns não queiram será de outros que esperam
Ver o dia raiar, amanhã ódios aplacados temores abrandados
Será pleno, será pleno...

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é decorrente de um período de grande amadurecimento e aprendizado, não apenas profissional, mas, acima de tudo, pessoal, pois intensificou sentimentos de amor e de verdadeira amizade por aqueles que estiveram junto a mim. Agradeço pela contribuição de todos para que os desafios diários pudessem ser superados.

À Universidade Federal da Bahia que possibilitou a minha formação acadêmica com qualidade.

À Empresa Veracel Celulose S.A., pelo apoio logístico ao desenvolvimento do projeto e a todos os funcionários da RPPN Estação Veracruz.

À FAPESB, pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento pela oportunidade de desenvolver o curso.

À minha querida orientadora, profa. Dra. Blandina Felipe Viana, pelos valiosíssimos conselhos, pela palavra certa no momento certo, e por fazer crescer em mim a vontade de aprender sempre mais, exigindo sempre o meu melhor, abrindo as portas para o mundo lá fora.

Ao prof. Dr. Pedro Luis B. da Rocha, coordenador do projeto “Ecologia da Paisagem no Extremo Sul da Bahia”, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho e de conhecer de perto um lugar tão importante e de beleza singular como a Mata Atlântica.

Ao meu co-orientador, prof. Dr. Pedro Luis Bernardo da Rocha, pelos esclarecimentos estatísticos, pelas sábias sugestões e, principalmente, pela constante disponibilidade.

A Jussara, secretária do PPGEB, pela amizade e pelo carinho com que sempre me atendeu.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biologia, sempre solícitos, em especial, agradeço a Luciano, Seu Antônio, Tina, Seu Hugo, Dilma, Ana Paula e Seu Evaristo.

Ao prof. Ms. Edinaldo Luz das Neves (FJA) e ao prof. Dr. Fernando Silveira (UFMG), pela identificação das espécies de Euglossina.

Ao prof Dr. Washington Rocha e à geógrafa Geovana Paim, pelas contribuições e pela confecção do mapa.

Ao prof. Dr. Márcio Zikán Cardoso, pelo incentivo e pelas valiosas sugestões.

Ao prof. Dr. Francisco Barros, pelos aconselhamentos estatísticos.

Aos ex e atuais colegas do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA/UFBA), Ana Rodarte (Aninha), Edinaldo Neves (Ed), Fabiana Silva (Fabi), Camila Pigozzo (Cami), Lucicleide (Lucy), Lia Nascimento (Lili), Juliana Hipólito (Juli), Juliana Piovesan (Ju), Natali Oliveira (Naty), pela agradável companhia diária, durante todo o tempo em que trabalhamos juntos.

Aos colegas do LABEA Solon Souza e Luciano Carvalho, pela ajuda nos árduos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao meu querido amigo Ed, que inúmeras vezes me presenteou com seus conselhos e sempre me incentivou a seguir em frente para alcançar meus objetivos.

À amiga Tatiana, pela amizade e pela companhia durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

À querida amiga Téa Carvalho, pela amizade sincera e pelo conforto das suas palavras de carinho.

Às amigas Alice Andrade, Síldia Gomes, Marina Tavares, Máira Carvalho, Chris Sampaio, pela amizade e pelas palavras de incentivo.

Às colegas de mestrado Ju Munduruca, Surama Rebouças, Marília Dantas pelas agradáveis conversas e pela parceria nas disciplinas.

Agradecimento mais que especial ao meu noivo Alex Fabian, que me incentivou a encarar os problemas da vida, a lutar pelos sonhos que acreditei estarem distantes, compartilhando comigo todos os momentos, felizes ou nem tanto.

Aos meus familiares, que sempre torceram, de perto ou de longe, pelo meu sucesso.

Às minhas irmãs, Claudinha e Gal, pessoas que tornam meu viver muito feliz.

Aos meus amados sobrinhos Emily (Mica) e João, por terem adicionado tanta alegria à minha vida.

A minha mãe Maria Adalgisa, a pessoa mais importante da minha vida, pelo estímulo, confiança, e pelo amor de sempre.

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

Apresentação	10
Referências Bibliográficas	14
CAPÍTULO 1 - A fauna de Euglossina de áreas não amazônicas do Brasil	
Abstract	20
Resumo	21
Introdução	22
Material e Métodos	29
Resultados	32
Discussão	41
Referências Bibliográficas	45
CAPÍTULO 2 - Influência da fragmentação e da qualidade da matriz de eucaliptais sobre a composição da comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em uma paisagem de Mata Atlântica, no extremo sul da Bahia	
Abstract	63
Resumo	65
Introdução	67
Material e Métodos	71
Resultados	83
Discussão	100
Considerações Finais: sugestões para o manejo da região de estudo	107
Referências Bibliográficas	109

APRESENTAÇÃO

Embora abriguem mais da metade do número total de espécies do planeta (Wilson, 1988; Whitmore, 1997), as florestas tropicais constituem os ambientes mais ameaçados.

Hoje, com sua área original reduzida a menos de 7% (INPE, 2002), a Mata Atlântica representa o bioma brasileiro mais devastado, principalmente em decorrência da ocupação humana nessas áreas, vinculada à agricultura, à pecuária e à exploração de madeira.

Os efeitos dessa perda de hábitat e conseqüente fragmentação são extremamente complexos e variáveis, indo desde modificações físicas locais (p. ex. isolamento, mudanças microclimáticas, efeito de borda) (Lovejoy *et al.* 1986; Saunders *et al.*, 1991) a efeitos biológicos (como extinções, probabilidade de dispersão), incluindo também implicações indiretas (conhecidos como efeito cascata, onde um grupo biológico afeta o outro) e a interação de vários efeitos (efeito sinérgico) (Wilson, 1988; Laurance & Bierregaard, 1997; Bierregaard, *et al.* 2001). A perda de processos ecológicos, como a polinização, é igualmente, se não mais destrutiva que as modificações físicas, para um ecossistema natural (Liow, 2001).

Diversos grupos de insetos são conhecidos por realizar a polinização das plantas, mas as abelhas são os polinizadores mais importantes em número e diversidade de plantas polinizadas (Bawa *et al.*, 1985), sendo considerados os vetores de pólen dominantes nas florestas tropicais (Bawa, 1990; Roubik, 1993).

Por remover as fontes tróficas e os locais para nidificação, a degradação dos habitats pode reduzir a riqueza de espécies e a abundância das guildas de polinizadores, afetando o seu comportamento de forrageio e rompendo interações planta-polinizador, podendo causar danos ao *fitness* da flora local (Aizen & Feinsinger, 1994; Didham *et al.*, 1996; Kwak, *et al.*, 1998), e alterar a estabilidade dos ecossistemas (Rathcke & Jules, 1993; Matthies *et al.*, 1995; Kearns *et al.*, 1998).

A modificação da ecologia regional dos ecossistemas, provocada, principalmente, pela atividade antrópica, tem influenciado diretamente os padrões de distribuição da fauna local de polinizadores e exercido uma forte pressão seletiva sobre estas comunidades, e o isolamento e a perda da complexidade dos habitats podem estar provocando o declínio dessas populações (Stefan-Dewenter & Tscharnke, 1999).

Devido à grande riqueza de espécies de Euglossina nas florestas tropicais (Roubik & Ackerman, 1987; Oliveira & Campos, 1995; Rebêlo & Silva, 1999), onde atuam como polinizadores, essas abelhas têm sido utilizadas por diversos autores (p. ex. Powel & Powel, 1987; Morato, 1994; Becker *et al.*, 1991; Peruquetti *et al.*, 1999; Bezerra & Martins, 2001) como modelos biológicos para avaliar os efeitos da fragmentação florestal e das modificações da estrutura local do habitat.

Mais recentemente, os estudos sobre fragmentação começaram a mostrar que a análise da paisagem como um todo - incluindo suas características gerais como quantidade de habitat florestado, distribuição, forma e conectividade entre as porções fragmentadas, áreas perturbadas e seminaturais - aliada a pesquisas sobre distribuição e uso de habitat pela

biota deveriam servir de unidade de manejo para permitir a conservação de algumas espécies (Harrison, 1992; Gascon *et al.* 1999; Steffan-Dewenter & Tschardt, 2002), evidenciando a importância de estudos dessa natureza.

Assim, com o objetivo de identificar o padrão da diversidade das abelhas da subtribo Euglossina no bioma Mata Atlântica e avaliar os efeitos provocados pela destruição dos habitats sobre a organização das comunidades dessas abelhas e a qualidade da monocultura de eucalipto para essa fauna, esta dissertação apresenta-se em dois capítulos: no primeiro, analisou-se, comparativamente, os estudos já realizados no Brasil em áreas não-amazônicas, buscando identificar tendências e propor hipóteses para explicá-las; no segundo capítulo, investigou-se a composição da comunidade de abelhas Euglossina nos três principais componentes florestados da paisagem do extremo Sul da Bahia: remanescentes de grande porte de mata em estágio avançado de regeneração (considerados sistemas de referência); remanescentes de pequeno porte em estágio intermediário de regeneração (os mais comuns na paisagem) e eucaliptais em estágio final de crescimento (6 a 7 anos de idade); avaliou-se a existência de associação entre a composição da fauna dessas abelhas e as variáveis ambientais, relacionadas a esta fauna, que expressam características de micro-habitat, micro-clima e ecologia da paisagem e investigou-se a qualidade dos eucaliptais como matriz conectora, do ponto de vista da fauna de Euglossina.

O presente trabalho integra o projeto intitulado “Ecologia da Paisagem no Extremo Sul da Bahia”, coordenado pelo prof. Pedro Rocha,

cujos objetivos principais foram investigar, comparativamente, diferentes grupos biológicos em relação à fragmentação e à possível viabilização dos eucaliptais como matriz permeável aos grupos faunísticos investigados, e a partir de dados empíricos, fornecer subsídios para o estabelecimento de diretrizes de conservação para a região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aizen, M. A.; Feinsinger, P. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, v. 75, n. 2, p. 330-351, 1994.

Bawa, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rainforests. **Annual Review in Ecology and Systematics**, v. 21, p. 399-422, 1990.

Bawa, K. S. *et al.* Reproductive biology of tropical rainforest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany**, v. 72, p. 346-356, 1985.

Becker, P.; Moure, J. S.; Peralta, J. F. A. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 23, n. 4b, p. 586-591, 1991.

Bezerra, C. P.; Martins, C. F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.

Bierregaard, R. O. *et al.* **Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a fragmented forest.** Yale University Press, 2001.

Didham, R.K. *et al.* Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 255–260, 1996.

Gascon, C., T.E. *et al.* Matrix habitat and species richness in tropical Forest remnants. **Biological Conservation**, n. 91, p. 223-229, 1999.

Harrison, R. L. Towards theory of inter-refuge corridor design. **Conservation Biology**, n. 6, p. 293-95, 1992.

INPE. **Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica no período de 1985-1990.**
Ed. Fundação Mata Atlântica, 2002, 46p.

Kearns, C.A.; Inouye, D.W.; Waser, N.M. Endangered mutualisms: the conservation of plant–pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83–112, 1998.

Kwak, M. M.; Velterop, O.; van Andel, J. Pollen and gene flow in fragmented habitat. **Applied Vegetation Science**, v. 1, p. 37-54, 1998.

Laurance, W.F., Bierregaard, R.O. [Eds]. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.**
The University of Chicago Press, Chicago, 1997, 616p.

Liow, L.H. Bee diversity along a gradient of disturbance in tropical lowland forests of Southeast Asia. **CBM:s Skriftserie**, v. 3, p. 101-130, 2001.

Lovejoy, T. E. *et al.* Edge and others effects of isolation on Amazonian forest fragments. *In*: M.E. Soulé (editor). **Conservation biology: The science of scarcity and diversity**. Sinauer Associates, 1986, 237-256.

Matthies, D.; Schmid, B.; Schmid-Hempel, P. The importance of population processes for the maintenance of biological diversity. **Gaia**, v. 4, p. 199–209, 1995.

Morato, E. F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada nas vizinhanças de Manaus (Brazil). **Boletins do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica**, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.

Oliveira, M. L.; L. A. O. Campos. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera; Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 547-556, 1995.

Peruquetti, R. C. *et al.* Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira**

de Zoologia, v. 16, supl. 2, p. 101-118, 1999.

Powel, A. H.; Powel, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, p. 176-179, 1987.

Rathcke, B.J.; Jules, E.S. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. **Current Science**, v. 65, p. 273-277, 1993.

Rebêlo, J. M. M.; Silva, F. S. Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 389-401, 1999.

Roubik, D.W. Direct costs of forest reproduction, bee-cycling and the efficiency of pollination modes. **Journal of Biological Sciences**, v. 18, p. 537-552, 1993.

Roubik, D. W.; Ackerman, J. D. Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Aidae, Euglossini) in Panama. **Oecologia**, v. 73, p.321-333, 1987.

Saunders, D. A., R. J. Hobbs, C. R. Margules. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, n. 7, p. 18-32, 1991.

Steffan-Dewenter, I.; Tscharntke, T. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia**, v. 121, p. 432–440, 1999.

Steffan-Dewenter, I.; Tscharntke, T. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands – a mini review. **Biological Conservation**, v. 104, p. 275-284, 2002.

Wilson, E. O. The current state of biodiversity. *In*: E. O. Wilson (editor). **Biodiversity**. Academic Press, Washington, DC, 1988, p. 3-24.

Whitmore, T. C. **Tropical forest disturbance, disappearance and species loss**. *In*: Tropical forest remnants – ecology, management, and conservation of fragmented communities (Laurance, W. F. & R. O. Bierregaard, eds.). The University of Chicago Press, Chicago, 1997, p. 3-12.

CAPÍTULO 1

A FAUNA DE ABELHAS EUGLOSSINA DE ÁREAS NÃO
AMAZÔNICAS DO BRASIL

ABSTRACT

This work presents a comparative analysis of the studies on Euglossine bees communities in non-amazonic areas, in Brazil. Data were obtained from standardized samples made in Brazilian biomes, selected according to criteria such as (1) complete papers; (2) made in Brazil, in areas non-amazonic; (3) with comparable sampling methods; (5) list of the euglossine species sampled; (6) published papers. Thirty-seven studies were compiled and 45 species, from four genera, sampled in 20 studies, were registered non-amazonic areas. Twenty studies that could not be included and the reasons for their exclusion are listed. *Euglossa* was the most representative genera, with 28 species and the Atlantic Forest presented the higher species richness, with a total of 42 species, 28 exclusives. Our results evidenced the importance of Atlantic Forest biome for preservation of euglossine bee communities, considering the great species richness of this group in that biome.

KEY WORDS: Species richness; meta-analysis; Brazilian biomes

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise comparativa dos estudos que abordam informações sobre as comunidades de machos de *Euglossina*, realizados no Brasil, em regiões não-amazônicas. Os dados foram obtidos a partir de amostragens sistematizadas realizadas nos grandes biomas brasileiros, selecionados de acordo com critérios como (1) trabalhos completos; (2) produzidos em território brasileiro, em regiões diferentes da amazônica; (3) uso de método de coleta uniforme; (5) listagem das espécies de *Euglossina* amostradas; (6) trabalhos já publicados. Trinta e sete trabalhos foram compilados e 45 espécies, representantes de quatro gêneros de *Euglossina*, coletadas em 20 estudos, foram registradas em áreas não-amazônicas. Vinte trabalhos não incluídos nas análises e as razões da exclusão são listados. *Euglossa* foi o gênero mais representativo, com 28 espécies registradas e a Mata Atlântica apresentou a maior riqueza, tendo sido amostradas 42 espécies, sendo 28 encontradas exclusivamente neste bioma. Os resultados evidenciam a importância do bioma Mata Atlântica para a preservação das comunidades de abelhas *Euglossina*, visto que esse bioma abriga uma riqueza representativa desse grupo.

PALAVRAS-CHAVE: Riqueza de espécies; meta-análise; biomas brasileiros.

INTRODUÇÃO

As abelhas da subtribo Euglossina formam um grupo monofilético dentro da família Apidae (Roig-Alsina & Michener 1993), com aproximadamente 200 espécies, sendo encontradas somente na região neotropical, com maior diversidade nas florestas úmidas das zonas equatoriais (Ducke, 1902; Moure, 1967; Dressler, 1982; Búrquez, 1997). Seus limites de distribuição geográfica ao norte são as regiões de Brownsville, Texas e Silverbell, no Arizona (Minckley & Reyes, 1996). Ao sul, podem ser encontrados em Cordoba, na Argentina (Moure, *op. cit.*) e nas florestas do Rio Grande do Sul (Wittmann *et al.*, 1988). Acredita-se que este táxon tenha surgido há cerca de 80 milhões de anos (final do Cretáceo) (Silveira *et al.*, 2002a), quando a América do Sul já se encontrava isolada dos demais continentes.

Estas abelhas distinguem-se dos demais Apidae por várias características peculiares, como um tegumento brilhante-metálico; uma glossa extremamente longa; presença, nos machos, de estruturas especializadas nas tíbias posteriores para a coleta de fragrâncias florais, entre outras (Zucchi *et al.*, 1969; Dressler, 1982; Kimsey, 1984; Bembé, 2004). O grupo reúne desde abelhas grandes e robustas a abelhas bem pequenas, de coloração variando do negro ao colorido metálico vivo.

O Brasil apresenta uma extraordinária riqueza de espécies de Euglossina. Até o momento, já foram reconhecidos cinco gêneros (*Aglae* Lepeletier & Seville, *Exaerete* Hoffmannsegg, *Euglossa* Latreille, *Eulaema*

Lepeletier e *Eufriesea* Cockerell), totalizando 104 espécies descritas, sendo *Euglossa* o gênero mais diversificado, constituído por 56 espécies (Silveira *et al.*, 2002a).

Dos cinco gêneros da subtribo, dois (*Exaerete* e *Aglae*) contêm exclusivamente espécies parasitas dos ninhos de outras euglossinas. A maioria das espécies é solitária, com exceção de algumas do gênero *Euglossa* e grande parte do gênero *Eulaema*, que constituem colônias parassociais (Cameron & Ramírez, 2001).

De acordo com Silveira *et al.* (2002a), a monofilia dos gêneros de Euglossina não tem sido questionada, contudo as hipóteses de relações genéricas têm sido bastante discutidas. As primeiras hipóteses foram propostas por Kimsey (1982; 1987) (figura 1-a e 1-b), sendo esta última muito criticada por Michener (2000) e Oliveira (2000), por tratar *Euglossa* e *Exaerete* como os primeiros gêneros a se diferenciar e por trazer o gênero *Eufriesea* como grupo irmão de *Aglae* e *Eulaema*. Recentemente, Michel-Salzat *et al.* (2004) apresentaram uma alternativa mais robusta das relações entre os gêneros, baseada em análises moleculares, onde *Aglae* aparece como grupo basal, como proposto por Kimsey (1982), com *Exaerete* e *Euglossa* originando-se em seguida, e estes como grupo irmão de *Eufriesea* e *Eulaema* (figura 1-c).

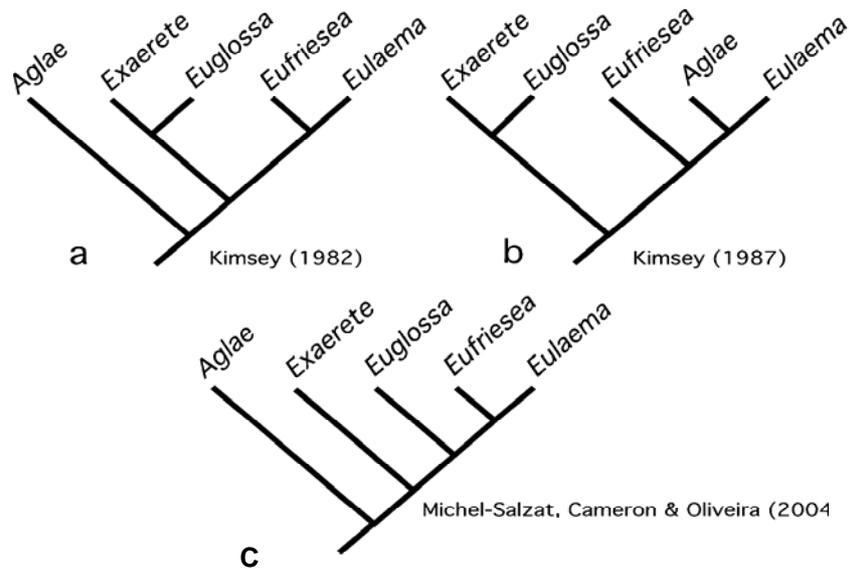


Figura 1. Hipóteses de relações filogenéticas entre os gêneros de Euglossina. Modificada de Cameron (2004).

As Euglossina ocorrem em diferentes biomas, mas são particularmente abundantes nas florestas tropicais úmidas (Moure, 1967; Dressler, 1982), onde constituem um grupo bastante diversificado e abrangente. Ao contrário de abelhas que constroem ninhos no solo, as fêmeas de Euglossina constroem seus ninhos em cavidades pré-existentes em troncos de árvores, característica que deve ter contribuído para esta maior diversidade nesses ambientes.

Estas abelhas são amplamente conhecidas como abelhas das orquídeas, pois os machos mantêm uma intrínseca relação com as flores destas plantas, nas quais coletam substâncias aromáticas (Dodson *et al*, 1969). Na verdade, análises químicas das fragrâncias coletadas e armazenadas nas tíbias dos euglossíneos indicaram que os machos não

se especializam em uma ou poucas orquídeas, mas coletam os aromas de diversas orquídeas diferentes (Willians & Whitten, 1983). As razões pelas quais os compostos voláteis são coletados e para que são utilizados são ainda questões controversas. Embora as evidências indiquem que os voláteis desempenham diversos papéis na biologia reprodutiva, como sinalização química para demarcação de território e escolha das fêmeas, algumas hipóteses antagônicas que tentam explicar tal fato têm sido propostas (Dodson *et al.*, 1969; Kimsey, 1980; Dressler, 1982; Peruquetti, 2000). Como as fêmeas não são atraídas pelas fragrâncias florais nem pelos químicos sintéticos, especula-se que os machos usem os cheiros para atrair uns aos outros, formando grupos de machos que, por sua vez, atraem as fêmeas (Dodson, *et al.*, 1969; Peruquetti, 2000) ou que uma mistura de inúmeras substâncias, modificada internamente pelos machos, seja utilizada pelas fêmeas durante a escolha de um parceiro potencial (Willians & Whitten, 1983; Lunau, 1992; Eltz *et al.*, 1999).

O fato dos machos utilizarem uma gama de flores na coleta dos aromas os torna parte de uma espécie de mutualismo dispersivo, (Gilbert, 1980; Ricklefs, 1996), uma vez que são os agentes polinizadores de várias espécies botânicas, que, por sua vez, funcionarão como fonte de recursos para diversos outros animais. Estas abelhas podem atuar como polinizadores exclusivos de determinadas espécies florais (Dressler, 1967, 1982; Ackerman, 1983; Chase & Hills, 1992), como no caso de algumas espécies de orquídeas; ou não-exclusivos (Singer & Sazima, 2001), onde seriam parte de uma rede polinizador-planta, estabelecendo uma relação especializada vital para a manutenção dos ecossistemas tropicais

(Roubik, 1989). Ackerman (*op. cit.*) afirma, inclusive, que esta relação parece ser mais importante para as Orchidaceae, já que os euglossíneos podem coletar os compostos das fragrâncias das flores em espécies vegetais de outras famílias botânicas, como Apocynaceae, Araceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Gesneriaceae, Lecythidaceae, Leguminosae, Marantaceae, Solanaceae e Rubiaceae (Williams & Dressler, 1976; Armbruster, & Webster, 1979; Ackerman, 1983; Williams & Whitten, 1983; Armbruster, *et al.* 1992; Carvalho & Webber, 2000), muitas das quais produzem compostos aromáticos como as orquídeas (Whitten, *et al.*, 1986). Machos de Euglossina também buscam fragrâncias em fontes alternativas (extraflorais) (Dressler, 1982; Ackerman, 1983), como frutos, fungos e outras.

Tanto machos quanto fêmeas dificilmente são vistos, já que as flores encontram-se no dossel das florestas, fazendo com que essas abelhas não sejam encontradas em níveis mais baixos. Da mesma forma, seus locais de nidificação são difíceis de serem encontrados de forma ocasional. A descoberta da existência de uma interação entre os euglossíneos e os aromas das orquídeas se deu em meados do século passado (Dodson & Frymire, 1961). A primeira referência à captura de machos de euglossina data do início da década de 60 (Lopes, 1963), no México, em armadilhas contendo substâncias originalmente empregadas para a coleta de moscas-das-frutas. Apenas no final desta década, quando um grupo de orquidólogos (Dodson *et al.*, 1969) descobriu que os machos poderiam ser atraídos e capturados em armadilhas químicas contendo compostos aromáticos análogos aos encontrados em orquídeas euglossófilas, a

taxonomia e a biologia de diversas espécies de *Euglossina* tornaram-se conhecidas. Desde então, os machos, que eram raríssimos em coleções, puderam ser facilmente amostrados através de um método padronizado, possibilitando a realização de estudos faunísticos e ecológicos sobre este grupo. Tais estudos são relevantes porque disponibilizam informações importantes sobre os atributos populacionais (riqueza, abundância relativa, diversidade) das comunidades de *Euglossina* em diversos biomas.

Como as fêmeas não são atraídas pelos compostos aromáticos, os estudos sobre a ecologia e a dinâmica de populações dessas abelhas são baseados apenas nas comunidades de machos. No Brasil, estudos utilizando cavidades artificiais para nidificação permitiram, mais tarde, a expansão do conhecimento sobre a biologia de nidificação das espécies aqui residentes através da amostragem de *Euglossina* em ninhos armadilha (p. ex. Pereira-Martins & Kerr, 1991; Garófalo *et al.*, 1993, Garófalo, 1992; Peruquetti & Campos, 1997; Viana *et al.*, 2001). Ainda assim, a biologia de grande parte das espécies brasileiras permanece desconhecida.

Atualmente, no Brasil, há a necessidade de determinação das espécies que ocorrem, principalmente, em áreas fora do domínio amazônico, já que a maioria dos inventários dessas abelhas foi realizada em florestas da Bacia Amazônica (Braga, 1976; Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Morato *et al.*, 1992; Morato, 1994; Oliveira & Campos, 1995; 1996; Morato & Campos, 2000) e áreas adjacentes.

Em áreas de Mata Atlântica, ainda são escassos os relatos sobre esse grupo (Raw, 1989; Silveira & Cure, 1993; Neves & Castro, 2000;

Bezerra & Martins, 2001). Soma-se, ainda, o fato de que os trabalhos realizados no país concentram-se na região sudeste (Silveira & Cure, 1993; Tonhasca *et al.*, 2002a, b; 2003; Santos & Sofia, 2002; Sofia *et al.*, 2004; Sofia & Suzuki, 2004), havendo uma grande lacuna para o bioma da Mata Atlântica do nordeste, especialmente na Bahia, onde poucos estudos sistematizados sobre a fauna de Euglossina foram realizados em áreas sob o domínio da Mata Atlântica (Melo, dados não publicados; Neves & Viana, 2003). Destaca-se, sobretudo, o extremo sul da Bahia, local em que a fauna de Euglossina, até o momento, não havia sido investigada e onde ainda se encontram os maiores e mais preservados remanescentes desta vegetação no Estado. O presente trabalho caracteriza-se como a primeira tentativa de fornecer uma coletânea dos levantamentos da fauna de Euglossina realizados no Brasil, em áreas não amazônicas, e de monitorar a fauna de Euglossina em uma grande área de Mata Atlântica, no estado da Bahia.

Pretende-se, deste modo, partindo de uma análise comparativa, contribuir para a ampliação do conhecimento acerca do grupo, a partir da compilação das informações já existentes, levantando padrões sobre a distribuição e a riqueza de espécies de Euglossina nos diferentes ambientes não amazônicos estudados no Brasil, particularmente no bioma Mata Atlântica, identificando tendências e propondo hipóteses para explicá-las.

MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver este trabalho, foi realizada uma análise dos estudos sobre a fauna de Euglossina no Brasil, em regiões não-amazônicas. Esses estudos, em geral, abordam informações sobre a comunidade de machos de euglossíneos nas diferentes regiões fisionômicas ou ecossistemas, determinando a abundância e a riqueza de espécies, bem como as espécies predominantes e raras em cada área, dentre outras informações. A partir desses dados, obtidos por meta-análise, é possível utilizar métodos de combinação dos resultados independentes produzidos, o que permite identificar a existência ou não de tendências e propor hipóteses para explicá-las.

Para o presente estudo, especificamente, o uso da meta-análise das informações disponíveis na literatura permitiu, dentre outras coisas, avaliar a riqueza de espécies de Euglossina e sua distribuição nos diferentes biomas brasileiros e em seus ecossistemas associados, a partir da análise dos estudos biocenóticos.

Na meta-análise, foram compiladas informações disponíveis na literatura especializada, que abordaram o tema supracitado, realizando-se uma busca informatizada, a partir do banco de dados interno do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA) do IB-UFBA, do portal da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), da Plataforma Lattes (obtenção do currículo dos autores, através do *site* <http://lattes.cnpq.br>), além de portais internacionais, quando o periódico

não estava disponível nas bases de dados supracitadas.

Para a pré-seleção dos trabalhos, foram observados os seguintes critérios: (1) trabalhos completos; (2) produzidos em território brasileiro, em regiões diferentes da amazônica; (3) uso de método de coleta uniforme - coleta ativa (com uso de redes de interceptação), passiva (usando armadilhas) ou ambas, com o uso de essências sintéticas, sendo metodologicamente comparáveis; (4) indicação do município e tipo de fisionomia vegetal/ecossistema onde foi realizada a coleta das abelhas; (5) listagem das espécies de *Euglossina* amostradas; (6) trabalhos já publicados (em periódicos indexados ou anais de eventos). Fontes bibliográficas que não corresponderam a estes critérios não foram incluídas na análise.

A classificação das áreas foi feita com base no Mapa dos Biomas Continentais Brasileiros (IGBE, 2004), em escala de 1:5.000.000, que identifica as seguintes formações vegetacionais (ou grandes biomas): Amazônia; Caatinga; Cerrado; Mata Atlântica; Pampa e Pantanal. Para cada estudo, foi identificada a fisionomia vegetacional local, com base nos dados cedidos pelos autores, nos trabalhos. As coordenadas geográficas fornecidas pelos autores foram plotadas no Mapa dos Biomas, visando a confirmação do bioma onde o estudo fora realizado. O programa utilizado foi o ArcView versão 3.3.

Na análise comparativa da riqueza de espécies, foram consideradas apenas as espécies com identificação resolvida, realizada por taxonomistas especialistas, como L. Campos; R. Dressler; G. Melo; Pe. J. S. Moure; M. L. Oliveira; E. L. Neves; R. Peruquetti; M. Rebelo; J. C. Serrano; F. Silveira;

D. Urban.

Diferentes autores utilizam denominações distintas para agrupar os euglossíneos: em subfamília (Euglossinae), em tribo (Euglossini) ou em subtribo (Euglossina). A decisão sobre qual denominação adotar é meramente arbitrária. Neste trabalho, optou-se pela classificação adotada por Silveira *et al.* (2002a), que reúne os euglossíneos na subtribo Euglossina, por acreditar-se ser esta uma classificação mais específica e de ampla aceitação pelos especialistas em abelhas.

Para facilitar a análise dos dados obtidos a partir dos estudos compilados, todas as informações foram organizadas em um banco de dados no programa Microsoft Excel 2000 for Windows.

RESULTADOS

A partir dos estudos incluídos, foi possível observar o registro de 45 espécies, representantes de quatro gêneros de Euglossina, em áreas não-amazônicas do Brasil (Tabela I).

Segundo os critérios previamente definidos, foram incluídos na análise 20 estudos (Tabela II), de um total de 40 trabalhos compilados, enquanto que outros 20 não puderam ser incluídos (Tabela III). Entre os dados analisados estão as informações inéditas do presente trabalho.

O bioma Mata Atlântica foi, dentre os analisados, o mais estudado. Do total de estudos listados, 14 foram realizados em regiões que abrangem este bioma, sendo 07 na região nordeste; 05 no sudeste e 02 no sul do Brasil; 07 estudos foram feitos no bioma Cerrado, todos no sudeste do Brasil; e apenas 01 em ecossistemas associados ao bioma Caatinga, na Bahia; e 01 em áreas pertencentes aos biomas de Mata Atlântica e Pampa, no Rio Grande do Sul (Tabela II; Figura 2).

Euglossa foi o gênero mais representativo, com 28 espécies registradas, seguido por *Eufriesea* (10), *Eulaema* (5) e *Exaerete* (2) (Tabela I). *Euglossa* é também o gênero predominante em $\frac{3}{4}$ dos biomas supracitados (Figura 3).

A Mata Atlântica apresentou a maior riqueza de fauna de Euglossina, tendo sido amostradas 42 espécies, sendo 28 encontradas exclusivamente neste bioma, onde apenas 3 espécies não foram registradas: *Eufriesea aridicola* Moure, Neves & Viana, 2001; *Eufriesea*

danielis (Schrotky, 1907); *Eufriesea auriceps* Friese, 1899. Em seguida encontra-se o Cerrado, com 14 espécies de euglossíneos, a Caatinga, com 08 espécies e, por último, o Pampa, com 03 espécies registradas (Tabela I).

Tabela I. Lista de espécies de Euglossina e ocorrência nos grandes biomas do Brasil. MA=Mata Atlântica; CA=Caatinga; CE=Cerrado; PA=Pampa.

Espécies	Biomas			
	MA	CA	CE	PA
<i>Eufriesea aridicola</i> Moure, Neves & Viana, 2001		X		
<i>Eufriesea auriceps</i> Friese, 1899	X			
<i>Eufriesea brasilianorum</i> Friese, 1899	X	X		
<i>Eufriesea danielis</i> Schrottky, 1907		X		
<i>Eufriesea mussitans</i> Fabricius, 1787	X			
<i>Eufriesea nigrohirta</i> Friese, 1899	X			
<i>Eufriesea ornata</i> (Mocsary, 1896)	X			
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	X			
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1940)	X		X	X
<i>Eufriesea violacens</i> (Mocsary, 1898)	X			
<i>Euglossa amazonica</i> Dressler, 1982	X			
<i>Euglossa analis</i> (Westood, 1840)	X			
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	X		X	
<i>Euglossa avicula</i> Dressler, 1982	X			
<i>Euglossa chalybeata</i> (Friese, 1925)	X			
<i>Euglossa cybelia</i> Moure, 1966	X			
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X
<i>Euglossa crassipunctata</i> Moure, 1966	X			
<i>Euglossa deceptrix</i> Moure, 1966	X			
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebêlo & Moure, 1995	X	X	X	
<i>Euglossa gaianii</i> Dressler, 1982	X			
<i>Euglossa ignita</i> Smith, 1874	X			
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell, 1922	X		X	
<i>Euglossa iopyrrha</i> Moure, 1966	X			
<i>Euglossa leucotricha</i> Rebêlo & Moure, 1995			X	
<i>Euglossa liopoda</i> Dressler, 1982	X			
<i>Euglossa melanotricha</i> Moure, 1967	X	X	X	
<i>Euglossa mixta</i> Friese, 1899	X			
<i>Euglossa modestior</i> Dressler, 1982	X			
<i>Euglossa nigropilosa</i> Moure, 1956	X			
<i>Euglossa perpulchra</i> Moure, 2002	X			
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler 1982	X		X	
<i>Euglossa sapphirina</i> Moure, 1968	X			
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	X	X	X	
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	X		X	
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1995	X		X	
<i>Euglossa violaceifrons</i> Rebêlo & Moure, 1995	X		X	
<i>Euglossa viridis</i> Perty, 1833	X			
<i>Eulaema bombiformes niveofasciata</i> (Packard, 1869)	X			
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	X			
<i>Eulaema flavescens</i> (Friese, 1899)	X			
<i>Eulaema meriana</i> (Oliver, 1789)	X			
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	X	X	X	X
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin, 1845)	X			
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1845)	X		X	
Total	42	8	14	3

Tabela II. Riqueza de espécies de Euglossina coletadas nos estudos incluídos na análise.

Estudos	Categoria fisionômica	Descrição da vegetação local	Nº de espécies/E espécies nominadas	Espécies exclusivas
1. Raw (1989)***	Mata Atlântica	Parque estadual com Mata Atlântica secundária em área urbana	5/5	-
2. Silveira & Cure (1993)**	Mata Atlântica	Floresta de altitude/galeria e vegetação arbustiva	4/3	<i>Eufriesea nigrohirta</i>
3. Neves & Viana (1997)	Mata Atlântica	Manguezal com traços de vegetação de restinga	12	-
4. Peruquetti <i>et al.</i> (1999)	Mata Atlântica	Parque estadual com Mata Atlântica primária e secundária	15/14	<i>Euglossa avicula</i> ; <i>Eufriesea smaragdina</i> ; <i>Eufriesea violascens</i> ; <i>Euglossa amazonica</i> ; <i>Euglossa modestior</i>
	Mata Atlântica	Remanescentes com vegetação secundária em área urbana	10/10	-
5. Bezerra & Martins (2001)	Mata Atlântica	Reserva ecológica e área com vegetação secundária em área urbana	9/9	<i>Euglossa crassipunctata</i>
6. Viana <i>et al.</i> (2002)	Mata Atlântica	Dunas costeiras com vegetação de restinga	7/7	-
7. Tonhasca <i>et al.</i> (2002a)	Mata Atlântica	Remanescente de Mata Atlântica secundária	21/19	<i>Eufriesea brasilianorum</i> ; <i>Euglossa cybelia</i> ; <i>E. cf. deceptrix</i> ; <i>E. cf. nigropilosa</i> ; <i>E. viridis</i>
8. Santos & Sofia (2002)	Mata Atlântica	Floresta estacional semidecidual	9/9	-
9. Pinheiro & Schlindwein (2003)	Mata Atlântica	Remanescente de Mata Atlântica e áreas com plantação de cana de açúcar	14/12	<i>Euglossa perpulchra</i> ; <i>E. iopyrrha</i>
10. Melo (dados não publicados)	Mata Atlântica	Parque estadual com Mata Atlântica secundária em área urbana	13/13	-
11. Tonhasca <i>et al.</i> (2003)	Mata Atlântica	Remanescente de Mata Atlântica e áreas de pasto	6/5	-
12. Nemésio (2003)	Mata Atlântica	Remanescente de Mata Atlântica	7/7	-
13. Sofia & Suzuki (2004)	Mata Atlântica	Floresta estacional semidecidual	7/7	-*

*Continuação Tabela II

14. Presente estudo	Mata Atlântica	Reserva com Mata Atlântica primária, remanescentes com vegetação secundária e eucaliptais	22	<i>Euglossa mixta</i>
15. Wittmann (1988)	Pampa /Mata Atlântica	Diversas categorias fisionômicas no Rio Grande do Sul*	5/3	-
16. Neves & Viana (1999)	Caatinga	Mata ciliar adjacente a dunas	7/7	<i>Eufriesea aridicola</i> ; <i>Eufriesea danielis</i>
17. Rebêlo & Garófalo (1991)	Cerrado	Remanescentes de floresta semidecídua seca	8/8	-
18. Rebêlo & Garófalo (1997)	Cerrado	Bosques subtropicais semidecíduos e áreas de monoculturas	14/14	<i>Euglossa leucotricha</i>
	Mata Atlântica	Mata Atlântica e áreas de monoculturas	10/10	-
19. Jesus & Garófalo (2000)	Cerrado	Floresta mesófila semidecídua	10/10	
20. Nemésio & Faria Jr. (2004)	Cerrado	Florestas de galeria e campos rupestres	9/9	-

* Floresta Subtropical Úmida; Mata Atlântica; Floresta de Araucária; Pampa; Campo Arbustivo.

**Coletou apenas uma vez

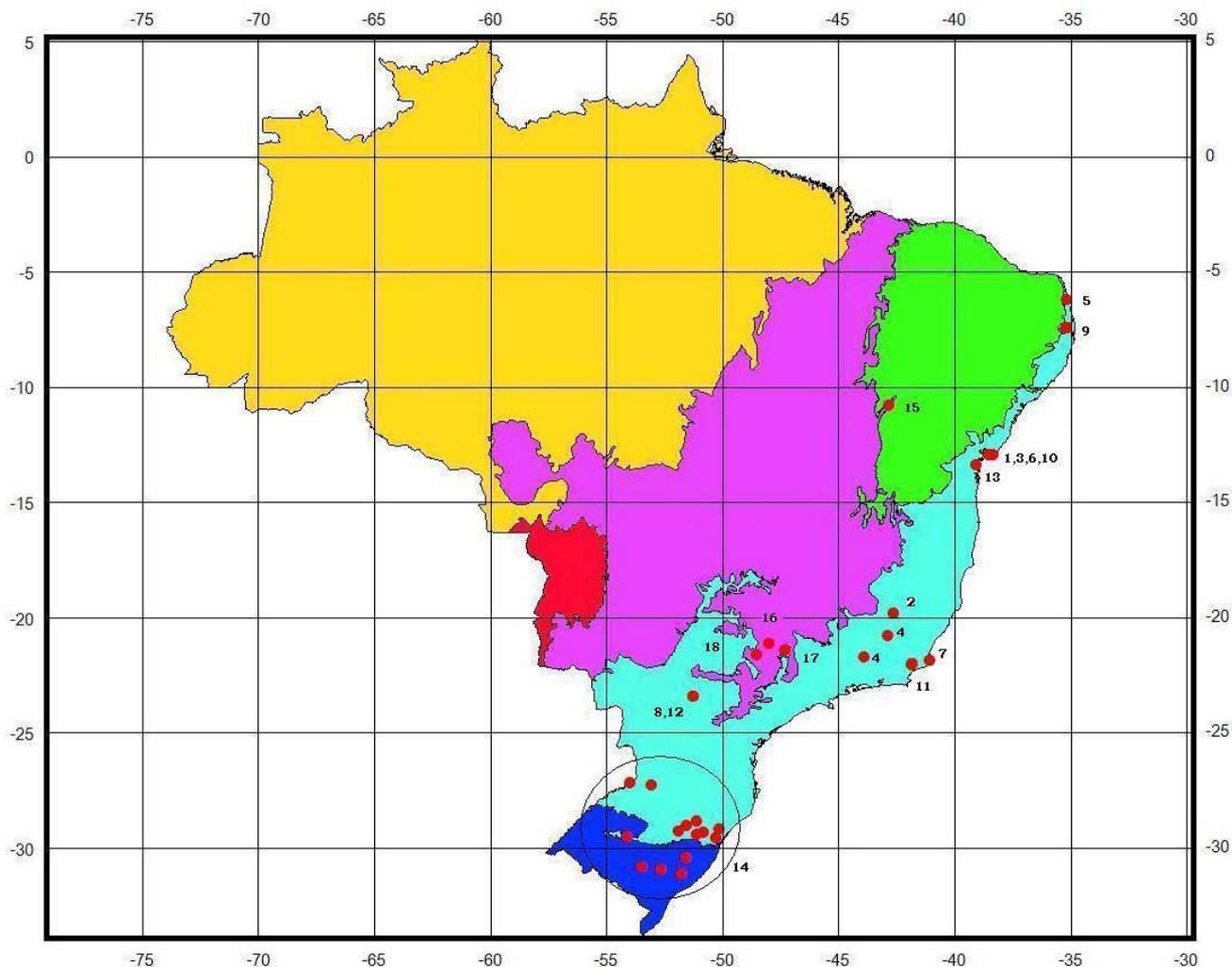
***Coletou durante sete semanas consecutivas

Tabela III. Estudos não incluídos na análise e razões para exclusão.

Estudos	Razão para exclusão
21. Albuquerque <i>et al.</i> (2001)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
22. Becker <i>et al.</i> (1991)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
23. Braga (1976)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
24. Brito & Rego (2001)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
25. Campos <i>et al.</i> (1989)	Não apresenta a lista de espécies
26. Darrault <i>et al.</i> (2003)	Coleta de um único gênero de Euglossina
27. Morato <i>et al.</i> (1992)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
28. Morato (1994)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
29. Neves & Viana (2003)	Artigo de revisão; não apresenta dados inéditos
30. Nemésio & Silveira (no prelo)	Dados não publicados
31. Oliveira & Campos (1995)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
32. Oliveira & Campos (1996)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
33. Powell & Powell (1987)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
34. Rebêlo & Cabral (1997)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
35. Rebêlo & Silva (1999)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
36. Sofia <i>et al.</i> (2004)	Mesmos dados de Santos & Sofia (2002)
37. Silva & Rebêlo (1999)	Artigo de revisão; não apresenta dados inéditos
38. Silva & Rebêlo (2002)	Estudo realizado em área de domínio amazônico
39. Tonhasca <i>et al.</i> (2002b)	Mesmos dados de Tonhasca <i>et al.</i> (2002a)
40. Wittmann <i>et al.</i> (no prelo)	Dados não publicados

Tabela IV. Riqueza de espécies e número de substâncias odoríferas empregadas nos principais levantamentos de Euglossina realizados no Brasil.

Autores	Bioma	Estado	Nº substâncias	Nº espécies
Oliveira & Campo, 1995	Amazônia	AM	8	38
Silva & Rebêlo, 1999	Amazônia	MA	5	37
Morato <i>et al.</i> , 1992	Amazônia	AM	4	27
Presente estudo	Mata Atlântica	BA	4	26
Tonhasca <i>et al.</i> , 2002a	Mata Atlântica	RJ	6	21
Brito & Rego, 2001	Amazônia	MA	5	19
Silva & Rebêlo, 2002	Amazônia	MA	4	19
Peruquetti <i>et al.</i> , 1999	Mata Atlântica	MG	16	19
Becker, 1991	Amazônia	AM	3	16
Powell & Powell, 1987	Amazônia	AM	3	15
Albuquerque <i>et al.</i> , 2001	Amazônia	MA	4	14
	Mata			
Rebêlo & Garófalo, 1997	Atlântica/Cerrado	SP	3	14
Pinheiro & Schlindwein, 2003	Mata Atlântica	PE	5	14
Melo, dados não publicados	Mata Atlântica	BA	3	13
Neves & Viana, 1997	Mata Atlântica	BA	5	12
Braga, 1976	Amazônia	AM	4	10
Jesus e Garófalo, 2000	Cerrado	SP	3	10
Bezerra & Martins, 2001	Mata Atlântica	PB	7	9
Santos & Sofia, 2002	Mata Atlântica	PR	5	9
Rebêlo & Garófalo, 1991	Cerrado	SP	3	8
Viana <i>et al.</i> , 2002	Mata Atlântica	BA	5	7
Sofia & Suzuki, 2004	Mata Atlântica	PR	3	7
Neves & Viana, 1999	Caatinga	BA	5	7
Tonhasca <i>et al.</i> , 2003	Mata Atlântica	RJ	3	6
Raw, 1989	Mata Atlântica	BA	5	5
	Mata			
Wittmann, 1988	Atlântica/Pampa	RS	3	5
Silveira & Cure, 1993	Mata Atlântica	MG	não informado	4



● **Localidades**

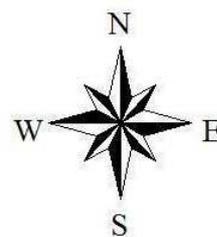


Figura 2. Localidades em áreas não amazônicas, incluídas no presente estudo, onde a fauna de *Euglossina* foi estudada. Os números correspondem aos da tabela II. Localidades: 1,6,10-Salvador (BA); 2-Lima Duarte (MG); 3-Valença (BA); 4-Marliéria/Viçosa (MG); 5-João Pessoa (PB); 7-Sossego do Imbé (RJ); 11-Conceição de Macabu (RJ); 8,12-Londrina (PR); 9-Goiana (PE); 13-Porto Seguro (BA); 14- Tenente Portela, Planalto, São Pedro do Sul, Cachoeira do Sul, Arroio do Meio, Nova Petrópolis, Osório, Cambará do Sul, Canela, Veranópolis, Vacária, Guaíba, Caçapava do Sul, Encruzilhada do Sul, Camaqua (RS); 15-Ibiraba (BA); 16-Cajuru (SP); 17-Sertãozinho (SP); 18-Entre Matão e Tabatinga (SP).

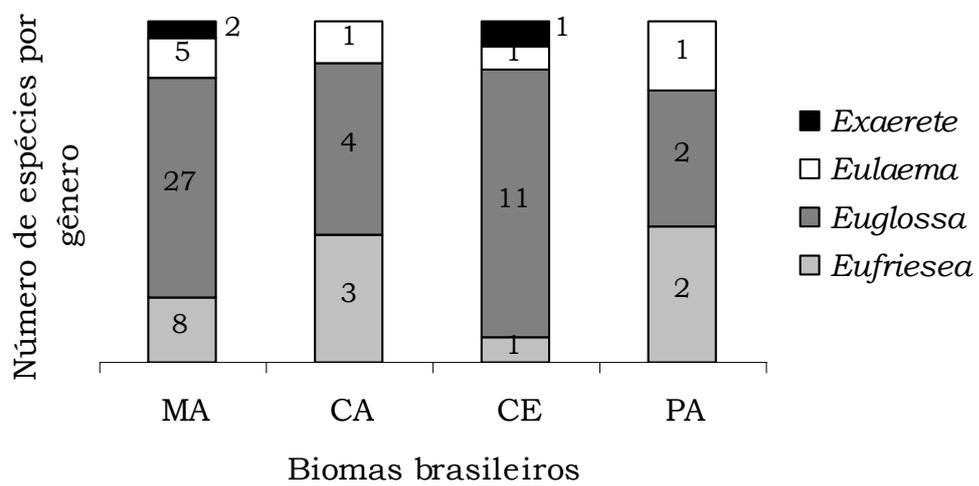


Figura 3. Riqueza de espécies de Euglossina, por gêneros, registrada nos grandes biomas do Brasil, exceto a Amazônia. MA=Mata Atlântica; CA=Caatinga; CE=Cerrado; PA=Pampa.

DISCUSSÃO

Apesar do número de estudos biocenóticos já efetuados, muitas informações acerca da fauna de Euglossina são pouco acessíveis, pois se encontram na forma de trabalhos não publicados (monografias, dissertações, teses) (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002), o que, muitas vezes, torna os dados indisponíveis. Além disso, de acordo com Silveira *et al.* (2002b), grande parte das informações publicadas sobre riqueza de espécies é inacessível devido a impedimentos taxonômicos, já que cerca de 60% das espécies coletadas não estão corretamente identificadas, ampliando a dificuldade de acesso às informações.

Embora quase todos os estudos compilados tenham empregado um método de coleta uniforme (ativa/passiva, com uso de essências), a falta de padronização pode dificultar as comparações, principalmente em nível de riqueza de espécies (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Segundo Morato (1998), alguns aspectos relacionados à amostragem de euglossíneos podem sofrer grande variação, como número de substâncias odoríferas; esforço de amostragem; duração do estudo; coleta de espécimes ou apenas reconhecimento em campo; pontos de amostragem fixos ou não; renovação das substâncias no campo; grau de pureza das mesmas, dentre outros. Contudo, tais análises comparativas são extremamente importantes para a organização e síntese dessas informações, visando uma melhor concepção sobre a distribuição das abelhas Euglossina no Brasil.

Considerando as limitações fisiológicas das abelhas Euglossina e seus requerimentos ambientais, torna-se evidente um padrão de distribuição dessas espécies nas regiões biogeográficas do Brasil. Este padrão é representado pelo aumento do número de espécies de Euglossina de áreas abertas, como Caatinga e Cerrado, em direção às áreas com maior cobertura vegetal, como a Amazônia e a Mata Atlântica.

De fato, de um modo geral, a maior riqueza tem sido encontrada em áreas incluídas no domínio amazônico, mais especificamente na Amazônia Central (Tabela IV). Nessa região, Oliveira & Campos (1995) coletaram 38 espécies de euglossíneos. Outros autores já registraram cerca de 9 espécies diferentes (Kinsey & Dessler, 1986; Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Morato *et al.*, 1992), ampliando para um total de 47 espécies, o que torna essa região a de maior riqueza de espécies de Euglossina, dentre as já estudadas no país.

A análise dos dados compilados revelou que a maior riqueza de espécies de Euglossina em áreas não-amazônicas encontra-se nas extensões do domínio da Mata Atlântica. Tal padrão já fora evidenciado por outros autores (Peruquetti, 1999; Tonhasca *et al.*, 2002a; Neves & Viana, 2003).

Estes resultados corroboram a hipótese de Ducke (1902) e Dressler (1982) de que os ambientes de florestas úmidas apresentam uma maior diversidade de espécies de Euglossina.

A partir dos dados levantados nos estudos realizados, pode-se inferir que a fauna de Euglossina encontrada na Mata Atlântica é bastante representativa, quando comparada à registrada na região amazônica.

Neste bioma, já foram registradas 42 espécies. Além disso, no presente estudo, realizado em uma área que inclui um remanescente de Mata Atlântica primária, foram coletadas 22 espécies de Euglossina, número superior àquele coletado em áreas da Amazônia Central e da Amazônia do Maranhão (Tabela IV), com esforço amostral semelhante.

Um fato interessante é que a riqueza de espécies coletadas parece não estar relacionada com o número de substâncias odoríferas empregadas para a coleta dos euglossíneos, mas com o tipo de vegetação do local onde a coleta foi realizada (Tabela IV). Isto evidencia a importância da preservação dos ambientes florestados para a manutenção dessas abelhas, principalmente do bioma Mata Atlântica, que tem sofrido alto grau de devastação e apresenta um alto índice de endemismo de espécies de Euglossina.

Outro padrão claramente notado é a predominância das espécies do gênero *Euglossa* em grande parte das regiões biogeográficas (Figura 3), o que pode apenas estar relacionado ao fato deste ser o gênero mais diversificado no Brasil, com 56 espécies descritas, de acordo com Silveira (2002a), estando, portanto, melhor representado nos biomas amostrados.

Alguns estudos mostram que as Euglossina são sensíveis à degradação ambiental (Powell & Powell, 1987; Morato, 1994). Considerando-se a intensa pressão antrópica sofrida pelos diversos ecossistemas brasileiros, é possível que a diminuição de áreas de habitats adequados a essas abelhas esteja favorecendo a diminuição dessas populações ou mesmo a sua extinção local.

CONCLUSÕES

A análise de aspectos do padrão de distribuição e riqueza de espécies de Euglossina nos diferentes ambientes não amazônicos estudados no Brasil permitiu as seguintes conclusões:

1. Dentre os estudos sobre as abelhas Euglossina realizados no Brasil, grande parte refere-se à fauna da região da bacia amazônica;
2. A maior riqueza de Euglossina encontrada na Mata Atlântica evidencia um padrão de distribuição já observado, onde ambientes de florestas úmidas apresentam uma maior diversidade de espécies de Euglossina;
3. A fauna de Euglossina encontrada na Mata Atlântica é bastante representativa, quando comparada à registrada na região amazônica;
4. O gênero *Euglossa* destacou-se como o mais diversificado nos biomas analisados;
5. A conservação da fauna de Euglossina do Brasil depende da conservação dos ambientes florestados aos quais as abelhas estão associadas, principalmente a Mata Atlântica, dada a alta riqueza encontrada neste bioma e o alto nível de degradação em que este se encontra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackerman, J. D. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 20, p. 301-304, 1983.

Armbruster, W. S.; Webster, G. L. Pollination of two species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Mexico by Euglossine bees. **Biotropica**, v. 11, n. 4, p. 278-283, 1979.

Armbruster, W. S. *et al.* Pollination of two sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Suriname by males Euglossini bees. **American Journal of Botany**, v. 79, n. 12, p. 1374-1381, 1992.

Becker, P.; Moure, J. S.; Peralta, J. F. A. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 23, n. 4b, p. 586-591, 1991.

Bembé, B. Functional morphology in male euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Apidologie**, v. 35, p. 283-291, 2004.

Bezerra, C. P.; Martins, C. F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.

Braga, P. I. S. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na Campina, Campinara e floresta Tropical Úmida da Região de Manaus. **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 7, p. 767-773, 1976.

Búrquez, A. Distributional limits of euglossinae and meliponinae bees (Hymenoptera, Apidae). **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 13, p. 337-394, 1997

Cameron, S. A. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annu. Rev. Entomol.**, v. 49, p. 377-404, 2004.

Cameron, S. A.; Ramírez, S. Nest architecture and nesting ecology of the orchid bee *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apinae: Euglossini). **Journal of the Kansas Entomological Society**, n. 74, p. 142-165, 2001.

Carvalho, R.; Webber, A. C. Biologia floral de *Unonopsis guatterioides* (A. D. C.) R. E. Fr., uma Annonaceae polinizada por Euglossini. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 421-425, 2000.

Chase, M. W.; Hills, H. G. Orchid phylogeny, flower sexuality and fragrance seeking. Evidence from variation in chloroplast DNA among subtribes Catasetinae and Cyrtopodiinae. **Bioscience**, v. 42, p. 43-49, 1992.

Dodson, C. H.; Frymire, G. P. Natural pollination of orchids. **Mon. Bot. Garden Bull.**, v. 49, p. 133-152, 1961.

Dodson, C. H. *et al.* Biological active compounds in orchid fragrances. **Science**, v. 164, p. 1243-1249, 1969.

Dressler, R. L. Why do euglossine bees visit orchid flowers? **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, v. 5, p. 171-180, 1967.

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

Ducke, A. As espécies paranaenses do gênero *Euglossa* Latr. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica**, v. 3, n. 4, p. 561-575, 1902.

Eltz, T. *et al.* Fragrance collection, storage and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemistry Ecology**, v. 25, p. 157-176, 1999.

Garófalo, C. A. Comportamento de nidificação e estrutura de ninhos de *Euglossa cordata* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 1, p. 187-198, 1992.

Garófalo C. A. *et al.* Utilization of trap nests by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 2, p. 177-187, 1993.

Gilbert, L. E. 1980. Food web organization and the conservation of Neotropical diversity. *In*: M. E. Soulé & B. A. Wilcox (eds.): **Conservation Biology**, Sinauer Associates, 1980, p. 11-33.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Geociências, cartografia. Apresenta cartas topográficas e mapas temáticos delas derivados. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 jul. 2005.

Kimsey, L. S. The behavior of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. **Animal Behaviour**, v. 28, p. 996-1004, 1980.

Kimsey, L. S. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). **Univ. Calif. Publ. Entomol.**, n. 204, p. 541-550, 1982.

Kimsey, L. S. The behavioral and structural aspects of grooming and related activities in euglossine bees (Hymenoptera, Apidae). **Journal of Zoology** v. 204, p. 541-550, 1984.

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

Kimsey L. S.; Dressler, R. L. Synonymic species list of Euglossini. **Pan-Pacific Entomologist**, v. 62, n. 3, p. 229-236, 1986.

Lopes, F. D. Two attractants for *Eulaema tropica* L. **Journal of Economic Ecology**, v. 56, n. 4, p. 540-547, 1963.

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

Michener, C. D. **The bees of the world**. Baltimore, London: Johns Hopkins Univ. Press, 2000. 913 p.

Michel-Salzat, A.; Cameron, S. A.; Oliveira, M. L. Phylogeny of the orchid bees (Hymenoptera: Apinae: Euglossini): DNA and morphology yield equivalent patterns. **Molecular Phylogenetic Evolution**, v. 32, p. 309-323, 2004.

Minckley, R. L.; Reyes, S. G. Capture of Orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae, Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 69, n. 1, p. 102-104, 1996.

Morato, E. F. Estudos sobre comunidades de abelhas Euglossini. *In*: Encontro Sobre Abelhas 3, 1998, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP, 1998, p. 135-143.

Morato, E. F. *et al.* Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, n. 4, p. 767-771, 1992.

Morato, E. F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada nas vizinhanças de Manaus (Brazil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica**, Belém, PA, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.

Morato, E. F.; Campos, L. A. de O. Efeito da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 429-444, 2000.

Moure, J. S. A check list for the known euglossine bees (Hymenoptera: Apidae). **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, v. 5, p. 395-415, 1967.

Neves, E. L.; Castro, M. S. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) do Recôncavo Baiano: dados preliminares. **Anais...** Jequié, 2000. p. 85

Neves, E. L.; Viana, B. F. A fauna de abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) do Estado da Bahia. *In*: G. A. R. Melo & I. Alves-

dos Santos. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, 2003. p. 223-229.

Oliveira, M. L. **O gênero Eulaema Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): filogenia, biogeografia e relações com as Orchidaceae**. 2000. 160 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Oliveira, M. L.; Campos, L. A. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 547- 556, 1995.

Oliveira, M. L.; Campos, L. A. O. Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 4, p. 1075-1085, 1996.

Pereira-Martins, S. R.; Kerr, W. E. Biologia de *Eulaema nigrita*. 1. construção de células, oviposição e desenvolvimento. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, SP., v. 37, n. 13, p. 227-235. 1991.

Peruquetti, R. C.; Campos, L. A. O. Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.14, n. 1, p. 91-97, 1997.

Peruquetti, R. C. Function of fragrances collected by Euglossini males (Hymenoptera: Apidae). **Entomologia Generalis**, v. 25, p. 33-37, 2000.

Pinheiro-Machado, C. *et al.* Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. *In*: Kevan P. & Imperatriz Fonseca V. L. (eds) - **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Ministry of Environment / Brasília, 2002, p.115-130.

Powel, A. H.; Powel, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, p. 176-179, 1987.

Raw, A. The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 1, p. 103-107, 1989.

Ricklefs, R. E. **A Economia da natureza**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan S. A., 1996, 470p.

Roig-Alsina, A.; Michener, C. D. Studies of the phylogeny and classification of Long-Tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). **The University of Kansas Science Bulletin**, v. 55, n. 4, p. 124-162, 1993.

Roubik, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 514p.

Santos, A. M.; Sofia, S. H. Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua do norte do estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 375-381, 2002.

Silveira, F. A.; Melo, G. A. R.; Almeida, E. A. B. **Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, MG, 2002a, 253 p.

Silveira F. A. *et al.* Taxonomic Constraints for the Conservation and Sustainable Use of Wild Pollinators – The Brazilian Wild Bees. *In*: Kevan P. & Imperatriz Fonseca V. L. (eds) - **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Ministry of Environment / Brasília. 2002b, p.41-50.

Silveira, F. A.; Cure, J. R. High altitude bee fauna of Southeastern Brazil: implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 1993.

Singer, R. B.; Sazima, M. Flower morphology and pollination mechanism in three sympatric Goodyerinae Orchids from Southeastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 88, p. 989-997, 2001.

Sofia, S. H.; Suzuki, K. M. Comunidade de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 693-702, 2004.

Sofia, H.; Santos, A. M.; Silva, C. R. M. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantantic Forest in Parana State, Brazil.

Iheringia, Série Zoológica, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 217-222, 2004.

Tonhasca, A.; Blackmer, J. L.; Albuquerque, G. S. Abundance and diversity of Euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 34, p. 416-422, 2002a.

Tonhasca, A.; Blackmer, J. L.; Albuquerque, G. S. Within-habitat heterogeneity of euglossine bee populations: a re-evaluation of the evidence. **Journal of Tropical Ecology**, n. 18, p. 929-933, 2002b.

Tonhasca, A.; Blackmer, J. L.; Albuquerque, G. S. Dispersal of Euglossini bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, n. 19, p. 99-102, 2003.

Viana, B. F. *et al.* Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil.

Neotropical Entomology, v. 30, n. 2, p. 245-251, 2001.

Williams, N. H.; Dressler, R. L. Euglossini pollination of *Spathiphyllum* (Araceae). **Selbyana**, v. 1, p. 349-355, 1976.

Williams, N. H.; Whitten, W. M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: Methods and advances in the last sesquidecade.

Biological Bulletin, v. 164, p. 355-395, 1983.

Wittmann, D.; Hoffmann, M.; Scholz, E. Southern distributional limits of euglossine bee in Brazil linked to habitats of the Atlantic and Subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) **Entomologia Generalis**, v. 14, n. 1, p. 53-60, 1988.

Whitten, W. M.; Young, A. M.; Williams, N. H. Function of glandular secretions in fragrance collection by male euglossina bees (Apidae: Euglossini). **Journal of Chemistry Ecology**, v. 15, p. 1285-1296, 1986.

Zucchi, R.; Sakagami, S. F.; Camargo, J. M. F. Biological observations on a parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera: Apidae). A comparative study. **J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. IV**, v. 17, p. 271-383, 1969.

Referências dos estudos incluídos e excluídos na análise. Os números correspondem àqueles das tabelas II e III.

1. Raw, A. The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 1, p. 103-107, 1989.

2. Silveira, F. A.; Cure, J. R. High altitude bee fauna of Southeastern Brazil: implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, v.28, n. 1, p. 47-55, 1993.
3. Neves, E. L.; Viana, B F. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 831-837, 1997.
4. Peruquetti, R. C. *et al.* Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, supl. 2, p. 101-118, 1999.
5. Bezerra, C. P.; Martins, C. F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.
6. Viana *et al.* Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 539-545, 2002.
7. Tonhasca, A.; Blackmer, J. L.; Albuquerque, G. S. Abundance and diversity of Euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 34, p. 416-422, 2002a.
8. Santos, A. M.; Sofia, S. H. Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua do norte do estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 375-381, 2002.

9. Pinheiro, P. M.; Schlindwein, C. Machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) saem da mata fechada para coletar fragrâncias dentro de um canal? *In*: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2003, 340-341 (2003).
10. Melo, A. M. C. **Relação entre as modificações estruturais do hábitat e a diversidade de abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em remanescentes urbanos de Mata Atlântica, Salvador, Bahia.** 2002. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Recursos Ambientais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
11. Tonhasca *et al.* Dispersal of Euglossini bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, n. 19, p. 99-102, 2003.
12. Nemésio, A. Preliminary sampling of Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) of Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, Caratinga, Minas Gerais, southeastern Brazil. **Lundiana**, n. 4, v. 2, p. 121-124, 2003.
13. Sofia, S. H.; Suzuki, K. M. Comunidade de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 693-702, 2004.
14. Melo, A. M. C. Dados não publicados (presente estudo).
15. Wittmann, D.; Hoffmann, M.; Scholz, E. Southern distributional limits of euglossine bee in Brazil linked to habitats of the Atlantic

- and Subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini)
Entomologia Generalis, v. 14, n. 1, p. 53-60, 1988.
16. Neves, E. L.; Viana, B F. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das matas ciliares da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 2, p. 201-210, 1999.
17. Rebêlo, J. M. M.; Garófalo, A. C. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas-odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 4, p. 787-799, 1991.
18. Rebêlo, J. M. M.; Garófalo, A. C. comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil.**, v. 26, p. 243-255, 1997.
19. Jesus, B. M. V.; Garófalo, C. A. Riqueza e abundância sazonal de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na mata da Virgínia, Matão, São Paulo. In: Encontro Sobre Abelhas, 4, 2000, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP, 2000, p. 239-245.
20. Nemésio, A.; Faria Jr., L. R. R. First assessment of orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina) of Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. **Lundiana**, n. 5, v. 2, p. 113-117, 2004.
21. Albuquerque, P. M. C. *et al.* Levantamento da fauna de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) na região da “Baixada

- Maranhense”: Vitória do Mearim, MA, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 3, p. 419-430, 2001.
22. Becker, P.; Moure, J. S.; Peralta, J. F. A. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 23, n. 4b, p. 586-591, 1991.
23. Braga, P. I. S. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na Campina, Campinara e floresta Tropical Úmida da Região de Manaus. **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 7, p. 767-773, 1976.
24. Brito, C. M. S.; Rêgo, M. M. C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary Forest, Alcântara, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 631-638, 2001.
25. Campos, L. A. O. *et al.* Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 4, p. 621-626, 1989.
26. Darrault, R. O.; Schlindwein, C.; Pinheiro, P. M. Diferentes demandas ambientais em *Eulaema* (Apidae, Euglossini) da Mata Atlântica Nordeste. *In*: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2003, p.352-354.
27. Morato, E. F.; Campos, L. A. O.; Moure, J. S. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, n. 4, p. 767-771, 1992.
28. Morato, E. F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada nas vizinhanças de Manaus (Brazil). **Boletim do Museu Paraense**

- Emílio Goeldi, série Zoológica**, Belém, PA, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.
29. Neves, E. L.; Viana, B. F. A fauna de abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) do Estado da Bahia. *In*: G. A. R. Melo & I. Alves-dos Santos. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, 2003, p. 223-229.
30. Nemésio, A.; Silveira, F. A. Euglossine bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Atlantic Forest fragments inside a urban area in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. In press.
31. Oliveira, M. L.; Campos, L. A. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 547- 556, 1995.
32. Oliveira, M. L.; Campos, L. A. O. Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 4, p. 1075-1085, 1996.
33. Powel, A. H.; Powel, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, p. 176-179, 1987.
34. Rebêlo, J. M. R.; Cabral, A. J. Abelhas Euglossinae de barreirinhas, Zona do litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazonica**, n. 27, p. 145-152, 1997.

35. Rebêlo, J. M. M.; Silva, F. S. distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 389-401, 1999.
36. Sofia, H.; Santos, A. M.; Silva, C. R. M. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantantic Forest in Parana State, Brazil. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 217-222, 2004.
37. Silva, F. S.; Rebêlo, J. M. M. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 4, p. 587-599, 1999.
38. Silva, F. S.; Rebêlo, J. M. M. 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**, v. 62, n. 1, p. 15-23. 2002.
39. Tonhasca, A.; Blackmer, J. L.; Albuquerque, G. S. Within-habitat heterogeneity of euglossine bee populations: a re-avaluation of the evidence. **Journal of Tropical Ecology**, n. 18, p. 929-933, 2002b.
40. Wittmann, D. *et al.* Flight activities of euglossine males in a fragment of Tropical Rain Forest and in surrounding pastures and agro-forestry areas in NE-Brazil (Apidae, Euglossini). **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, (no prelo).

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DA FRAGMENTAÇÃO E DA QUALIDADE DA MATRIZ
DE EUCALIPTAIS SOBRE A COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE
ABELHAS EUGLOSSINA (HYMENOPTERA, APIDAE) EM UMA
PAISAGEM DE MATA ATLÂNTICA, NO EXTREMO SUL DA BAHIA

ABSTRACT

Because the situation of the Atlantic Forest in the extreme south of Bahia, where pastures and the monoculture of eucalyptus represent the dominant components of the landscape, and the main existing native forest remnants are found isolated and immersed in this matrix, this study aims at comparing the composition of the Euglossine bees community in three forested components of the regional landscape, sampled with passive chemical baits and discuss the effects of fragmentation and matrix quality of eucalyptus on connectivity of the native forest fragments, and evaluate the existence of an association among the bees community and environment variables that express micro-habitat, micro-climate and ecology landscape. Four sample campaigns were done in the following areas: a) the RPPN Estação Veracruz, a well-established native forest that was considered a reference system; b) small native forest remnants in intermediate stage of regeneration (the most common remnants in the landscape); and c) eucalyptus plantations, exotic forests in pre-harvesting stage (7 years old). We collected 3872 male Euglossine bees representing 22 species, belonging to 4 genera. *Euglossa imperialis* (22,03%), *Euglossa ignita* (21,77%), *Euglossa cordata* (17,10%) and *Euglossa mixta* (11,41%) were the dominant species. The other 18 represented 27,69% of the total. It was detected that fragmentation and its associated processes were interfering negatively on the composition of the Euglossine bee community in the sampled areas. MRPP analyses indicated differences in the distribution

standard between the eucalyptus plantations and the reference forest, and between remnants and reference forest, associated with environmental variables, such as distance in relation to reference forest, increase in temperature, air humidity and density of foliage in the superior stratus of the forest. Ordination analysis with environmental variables pointed to existing environmental gradients between reference native forests, remnants of these and eucalyptus plantations, indicating that the matrix quality of eucalyptus monoculture is inadequate for connection small forest fragments in mid-succession stage. These results suggest that the forest remnants, in the present status of conservation, don't sustain forest Euglossine bees in the studied area. Therefore, the design of forest reserves must take into consideration the need for sufficient area to support viable populations of forest interior pollinators.

KEY WORDS: Atlantic forest; forest fragmentation; conservation.

RESUMO

Dada a atual situação da Mata Atlântica no extremo sul da Bahia, onde pastagens e a monocultura de eucalipto representam os componentes dominantes da paisagem, e os principais remanescentes naturais existentes encontram-se isolados e imersos nessa matriz, este estudo teve por principais objetivos avaliar a composição da comunidade de abelhas da subtribo Euglossina em três componentes florestados da paisagem regional, através de coleta passiva com armadilhas odoríferas, visando discutir os efeitos da fragmentação e a qualidade da matriz de eucalipto na conectividade entre os fragmentos e avaliar a existência de associação entre a composição dessa comunidade de abelhas com variáveis ambientais que expressam características de micro-habitat, micro-clima e ecologia da paisagem. Foram realizadas 4 campanhas amostrais nas seguintes áreas: a) RPPN Estação Veracruz, remanescente de grande porte considerado como sistema de referência; b) Remanescentes em estágio intermediário de regeneração (os mais comuns na paisagem); e c) Eucaliptais em estágio final de crescimento (sete anos de idade). Foram capturadas 3872 abelhas Euglossina, pertencentes a 22 espécies, de 4 gêneros. *Euglossa imperialis* (22,03%), *Euglossa ignita* (21,77%), *Euglossa cordata* (17,10%) e *Euglossa mixta* (11,41%) foram as espécies mais abundantes. As demais espécies (n=18) representaram 27,69% do total coletado em todos os componentes da paisagem amostrados. A análise de MRPP indicou diferenças no padrão de distribuição da comunidade entre os Eucaliptais e a Mata de referência e entre os Remanescentes e a Mata de Referência, associadas a variáveis

ambientais como distância em relação a florestas nativas, aumento da temperatura e umidade do ar e densidade de folhagem nos estratos superiores da floresta. A análise de componentes principais das variáveis estudadas apontou a existência de gradientes ambientais entre a Mata de referência, os Remanescentes e os Eucaliptais, indicando que a qualidade da matriz de monocultura de eucalipto pode ser considerada inadequada para a conexão de pequenos fragmentos florestais em estágio intermediário de sucessão. Os resultados deste trabalho revelaram que os Remanescentes florestais, no estado de conservação em que se encontram, não estão sustentando a composição da comunidade de Euglossina típica de áreas conservadas, na área estudada. Assim, o planejamento do manejo dessas áreas deve considerar a necessidade de manter áreas suficientes para suportar populações viáveis de polinizadores típicos de interior de mata.

PALAVRAS-CHAVE: Mata Atlântica; fragmentação florestal; conservação

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica estendia-se por mais de 4000 km ao longo do litoral brasileiro. Após séculos de devastação, encontra-se reduzida a cerca de 5-7% dos originais 35 milhões de hectares (Saatchi *et al.*, 2001; INPE, 2002). Devido a sua imensa diversidade biológica, aos altos índices de endemismo e ao elevado grau de devastação em que se encontra, a Mata Atlântica é considerada um dos “*hotspots*” mundiais para conservação da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000).

O panorama atual deste importante e ameaçado bioma é um conjunto de fragmentos remanescentes relativamente pequenos e, na maioria das vezes, isolados, que incluem diversas áreas protegidas (Jorge & Garcia, 1997; MMA, 2000; Fonseca *et al.* 2004).

O padrão global que emerge a partir dos vários estudos que buscam investigar as conseqüências da fragmentação e seus processos subjacentes é uma alteração profunda das características originais desses locais, o que resulta na perda de biodiversidade (Turner, 1996; Laurance & Bierregaard, 1997). Esta, por sua vez, tem conseqüências adicionais indiretas, como a redução no número de visitas a plantas por insetos polinizadores (Fisher, 1998; Kearns *et al.*, 1998).

A matriz circundante é um componente chave na determinação da vulnerabilidade das espécies à fragmentação. Estudos recentes têm demonstrado que a capacidade de dispersão através da matriz é um dos

fatores determinantes para a persistência de algumas espécies em áreas fragmentadas (Laurance e Bierregaard, 1997; Gascon *et al.*, 1999).

A qualidade desta matriz afeta diretamente o movimento dos organismos entre as manchas de hábitat, influenciando as taxas de migração e a conectividade estrutural do hábitat, podendo reduzir a densidade das populações locais, ampliando o risco de extinções em níveis regionais (Ricketts, 2001).

Logo, a natureza da matriz influencia a composição das comunidades residentes, já que as espécies com maior capacidade de se dispersar e explorar a matriz podem se manter e até são favorecidas nas áreas fragmentadas, enquanto espécies menos tolerantes tendem a maior vulnerabilidade, mantendo-se isoladas e restringindo sua distribuição no fragmento (Bierreggard *et al.* 1997; Gascon *et al.* 1999).

Uma recente revisão realizada por Cane (2001) demonstrou que poucos trabalhos têm discutido as conseqüências da fragmentação de habitats e suas implicações para comunidades de insetos polinizadores, particularmente abelhas, havendo poucos estudos com esta abordagem no contexto da paisagem (p. ex. Steffan-Dewenter, 2003). Da mesma forma, são escassos os estudos que tenham explorado a resposta das Euglossina à redução dos ambientes florestados em escala de paisagem em áreas de Mata Atlântica (Tonhasca *et al.*, 2002; 2003) e nenhum investigou o papel da monocultura de eucalipto como matriz conectora nesses ambientes.

Recentemente, os ramos da Biologia da Conservação e da Ecologia de Paisagem indicam que buscar apenas a conservação dos remanescentes existentes, sem considerar abordagens que priorizem a conservação de

extensões mais abrangentes da paisagem como um todo, não irá assegurar a manutenção de comunidades ecologicamente viáveis, no longo prazo. Dentre as abordagens possíveis, o projeto ‘Corredores Ecológicos’ representa uma das mais promissoras para um planejamento regional eficaz. Tal projeto tem como objetivo principal manter a biodiversidade existente através da conexão de grandes áreas de Floresta Tropical (Amazônia e Mata Atlântica), baseado na concepção de planejamento da paisagem.

Considerando que o eucalipto é um óbvio candidato para promover essa conexão na macro-região do extremo sul da Bahia e que representa uma opção economicamente interessante, compreender, em escala de paisagem, qual é a qualidade da matriz de eucaliptais para as comunidades de *Euglossina* é uma questão chave para a conservação das áreas remanescentes de Mata Atlântica, pois fornecerá subsídios para um maior poder de previsão diante de decisões ecológicas, constituindo uma importante ferramenta para a Biologia da Conservação.

Desse modo, o presente estudo teve por principais objetivos (1) avaliar se os remanescentes florestais em estágio intermediário de sucessão são capazes de manter a composição de abelhas *Euglossina* presentes em áreas preservadas de Mata Atlântica; (2) investigar a qualidade dos eucaliptais como matriz conectora desses fragmentos florestais, do ponto de vista dessas abelhas; (3) avaliar a existência de associação entre a variável indicadora da fauna (composição) e variáveis ambientais (de

micro-hábitat, micro-clima e de paisagem) que expressam características do estágio de conservação dos remanescentes florestais estudados.

De acordo com os objetivos propostos, pretendeu-se responder às seguintes perguntas:

1. Quais as principais diferenças na composição da comunidade de abelhas Euglossina nos remanescentes florestais em estágio intermediário de sucessão e a mata original (estimada com base na situação de um remanescente de 6.069 ha, utilizado como referência)?
2. Quais variáveis ambientais e variáveis de paisagem mensuradas estão associadas a essas diferenças?
3. A monocultura de eucalipto pode ser considerada uma matriz adequada para conectar os remanescentes de floresta em diferentes estágios de conservação?

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas adjacentes à RPPN Estação Veracruz, (9°56'34"s e 38°59'17"w), de propriedade da empresa Veracel Celulose S.A., localizada na macro região do extremo sul da Bahia, entre os municípios de Eunápolis e Porto Seguro.

 A região do extremo sul da Bahia caracteriza-se por um clima chuvoso, quente e úmido, sem estação seca, (classificado como Af, segundo Köppen) apresentando temperaturas elevadas, com baixa amplitude. A temperatura média é de 22,9°C, sendo a temperatura média máxima de 27,9°C e média mínima de 18,9°C. A precipitação anual é elevada, apresentando valores médios de 1.787,6 mm, e bem distribuída durante todo o ano, sem déficit hídrico (Veracel Celulose, 1998).

A topografia é caracterizada por extensos platôs relativamente planos, recortados por vales, muitas vezes associados a córregos. A paisagem regional inclui remanescentes florestais em diversos estágios sucessionais, estando a maior parte destes localizada nos vales, de mais difícil acesso, rodeados por uma matriz composta de pastos e amplas áreas de eucaliptais, restritos aos platôs, constituindo o que é chamado de paisagem em mosaico.

A área da Veracel Celulose abrange 169.174 hectares, que incluem eucaliptais (71.323ha) e áreas remanescentes destinadas ao manejo e à recuperação da Mata Atlântica. Com base em dados obtidos pela empresa a partir da interpretação de ortofotocartas de 1:10.000, dos anos de 1995/96 (Veracel, informação pessoal), detectou-se que a área não plantada inclui remanescentes com vegetação primária (6.248ha) -

incluindo a RPPN Estação Veracruz, maior reserva particular de Mata Atlântica do Brasil (6.069 ha) - e fragmentos em diferentes estágios de regeneração - avançado (3.927ha), intermediário (2.746ha) e inicial (6.291ha). Destes em estágio intermediário, 20 apresentam área maior que 100 ha (entre 102 e 229 ha), a maioria dos quais se encontra imersa em uma matriz formada, principalmente, por plantações de eucalipto.

Para a delimitação das áreas onde seriam implantadas as armadilhas, considerou-se que:

- a) existe, na área pertencente à Veracel Celulose S.A. uma paisagem configurada em mosaico, contendo, no mínimo, quatro diferentes componentes;
- b) a RPPN Estação Veracruz é reconhecida como o maior e mais bem conservado remanescente de Mata Atlântica, de propriedade da empresa;

Por decisão metodológica, optou-se por selecionar apenas áreas localizadas em platôs, a fim de reduzir a variabilidade dentro dos tratamentos, de forma que o desenho experimental refletisse o melhor arranjo possível de ser realizado na área estudada .

Adotou-se, então, os seguintes componentes da paisagem (Figura 4):

Mata de Referência (MR) (RPPN Estação Veracruz) - considerada o maior fragmento de Mata Atlântica primária, de propriedade da Veracel Celulose S. A., com 6.069 hectares. Apresenta um perímetro de 35,4 km, dos quais 17,5 estão em contato com áreas de pastagem e 1, em contato com talhões de monocultura de eucalipto. A área restante (16,9 km) é

contígua a outra reserva, a Estação Ecológica do Pau Brasil. Foram escolhidos quatro pontos ou unidades amostrais (MR1, MR2, MR3 e MR4), sendo duas localizadas no interior da reserva (MR1 e MR2) e duas (MR3 e MR4) em porções adjacentes a eucaliptais, na borda norte da reserva.

Remanescentes florestais (RF) – dentre os remanescentes florestais de propriedade da empresa foram selecionados os que se encontravam em estágio intermediário de sucessão, com área entre 100 e 250 hectares, por estes serem os mais freqüentes na paisagem. Foram selecionados quatro remanescentes florestais (RF1, RF2, RF3 e RF4).

Eucaliptais (EC) – todas as áreas de plantio de eucalipto selecionadas estavam em estágio avançado de crescimento (pelo menos 6 anos de idade), o que potencialmente representa o melhor estado desse componente, do ponto de vista da fauna, e possuíam diversos tipos de clones de eucalipto, para que a caracterização desse componente da paisagem incluísse a variação devida aos clones. Foram selecionadas quatro áreas de eucalipto (EC1, EC2, EC3 e EC4) de clones distintos dentro de diferentes talhões.

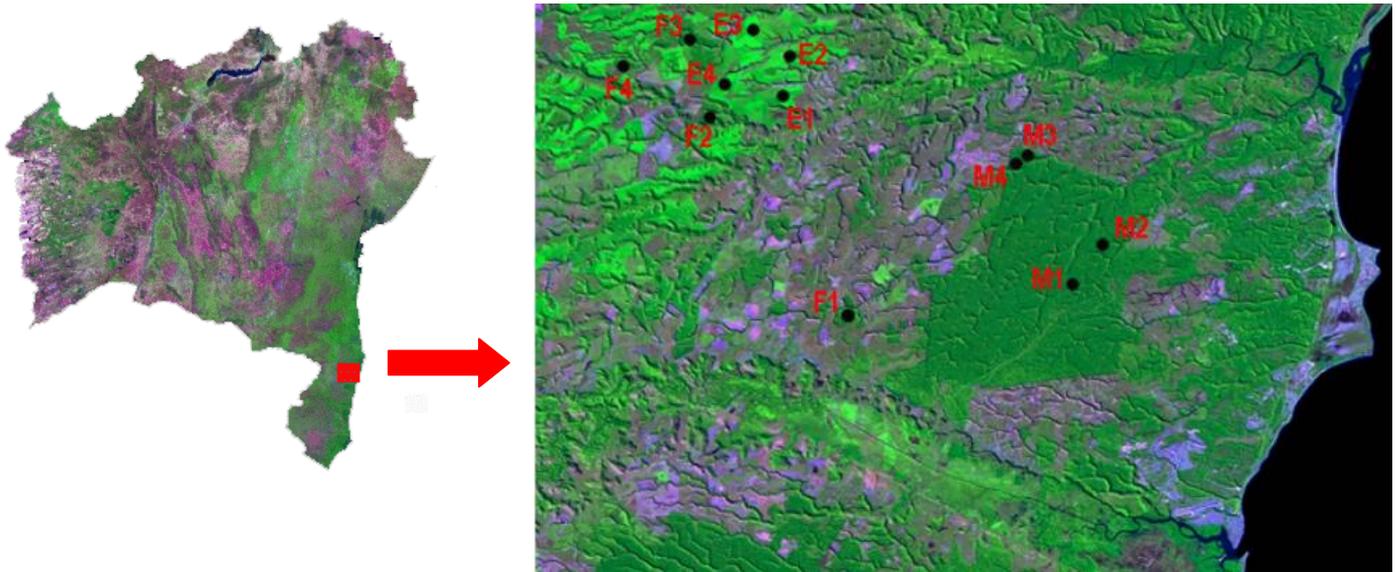


Figura 4. Localização das unidades amostrais distribuídas em três componentes da paisagem, na área da Veracel Celulose, extremo sul da Bahia. M=MR=Mata de Referência; F=RF=Remanescentes florestais; E=EC=Eucaliptais

Foram realizadas quatro campanhas de 05 dias cada, nos meses de março, junho, outubro de 2003 e janeiro de 2004. Dois grupos de variáveis, relacionados à fauna e ao ambiente, foram quantificados nos sítios de amostragem.

Com base nos dados de captura de cada unidade amostral, calculou-se a variável relacionada à fauna, abundância relativa de espécies, que descreve a composição da comunidade de abelhas Euglossina. A abundância foi calculada para cada espécie, por unidade amostral. Os valores utilizados na análise equivalem à soma das quatro campanhas.

Para a captura das espécies de euglossíneos, empregou-se um método de coleta passiva, utilizando-se armadilhas aromáticas contendo

essências sintetizadas artificialmente, segundo método descrito por Neves & Viana (1997), com as essências de eucaliptol, baunilha e salicilato de metila, destacadas entre as mais eficientes para a captura dos machos de *Euglossina* em levantamentos sistematizados realizados no Brasil (Williams & Whitten, 1983; Bezerra & Martins 2001; Brito & Rêgo 2001) e em diferentes ecossistemas baianos (Neves & Viana, 1997, 1999; Viana *et al.*, 2002).

Em cada unidade amostral foram demarcadas 3 linhas paralelas, distantes 20 metros entre si, onde foram instaladas 18 armadilhas, a 1,5 m do solo, eqüidistantes 10 metros, sendo 06 em cada linha, totalizando 216 armadilhas (18 armadilhas/unidade amostral x 4 repetições x 3 componentes da paisagem). As abelhas eram retiradas diariamente, sempre no dia posterior à colocação da essência. Ao serem retiradas da armadilha, se ainda vivas, eram mortas em câmaras mortíferas contendo acetato de etila (para expor a língua, facilitando a identificação dos espécimes em nível de subgênero). Em seguida, eram colocadas em frascos de plástico etiquetados contendo a data, o tipo de essência e informações para identificação do ponto de coleta (área, linha, base). Posteriormente, em laboratório, esses dados foram transferidos para as etiquetas individuais.

Os espécimes de abelhas encontram-se depositadas na coleção de referência do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA) do IB-UFBA. Posteriormente, após cadastramento no banco de dados de abelhas

do LABEA (ACCESS *Microsoft 2000 for Windows*), esses serão transferidos para o Museu de Zoologia do IB-UFBA.

As abelhas foram identificadas por comparação com a coleção de referência do LABEA, em nível de espécie, pela autora e por Edinaldo Luz das Neves. Os exemplares da referida coleção foram previamente identificados pelo Prof. Pe. J. S. Moure, da Universidade Federal do Paraná e pelo Ms. Edinaldo Luz das Neves, da Faculdade Jorge Amado. As espécies não identificadas ou não presentes na coleção de referência foram enviadas para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Minas Gerais e identificadas pelo Dr. Fernando Silveira.

Em cada unidade amostral foram também avaliadas variáveis que exprimem características do ambiente, relacionadas ao micro-clima, ao micro-habitat e variáveis de paisagem.

As três variáveis de micro-habitat (Mh_) foram avaliadas em apenas uma excursão e os valores utilizados nas análises representam a média das medidas de até 36 estações de coleta, em cada unidade amostral.

Perímetro do tronco – Mh_TRper (centímetros: variável em escala proporcional): para cada indivíduo amostrado, o perímetro foi medido a 1,5 metro do solo, perfazendo um total de 144 valores por unidade amostral.

Densidade da folhagem – Mh_FOden (variável em escala ordinal): foi medida em 18 estações de coleta, em cada uma das unidades amostrais, sendo avaliada para os seguintes estratos da vegetação: 0 a 5 metros de altura (FOden⁰⁻⁵), 5 a 10 m (FOden⁵⁻¹⁰), 10 a 15 (FOden¹⁰⁻¹⁵); 15 a 20 m

(FOden¹⁰⁻²⁰), 20 a 25 m (FOden²⁰⁻²⁵) e maior que 25 m (FOden^{>25}). Foram realizados sorteios para determinar quais estações seriam amostradas, a direção (esquerda ou direita) e as distâncias que determinariam cada local onde seriam feitas as medições. As distâncias entre as estações variaram de 1 a 10 m, limite correspondente à largura entre as linhas de cada unidade amostral. Os limites, superior e inferior, de cada estrato foram avaliados com o auxílio de uma vara metálica de três metros de comprimento fincada no chão, em cada estação. Esta vara funcionava como mira para o estabelecimento de um retângulo vertical imaginário, de cerca de 15 cm de largura. Este método é uma modificação daquele de Hubbell & Foster (1986), descrita por Malcolm (1995). Os valores por estrato foram atribuídos segundo uma escala ordinal (1 a 4) levando em conta a porcentagem de preenchimento do retângulo por folhagem, de acordo respectivamente com os intervalos 0-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100% (18 valores por estrato, por unidade amostral). Para cada unidade amostral, a densidade de folhagem em um determinado estrato é a média da metragem ocupada por folhagem naquele estrato, nos 18 pontos.

Densidade do estrato herbáceo – Mh_HEden (variável em escala ordinal): avaliada em um círculo de 1,5 m de raio com centro no local onde estava instalada cada armadilha. Os valores foram atribuídos segundo uma escala ordinal (1 a 4) levando em conta a área do círculo coberta por herbáceas, de acordo respectivamente com os intervalos 0-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100% (36 valores por unidade amostral).

As três variáveis de microclima (Mc_) foram aferidas em todas as excursões e os valores utilizados nas análises representam a média das médias diárias das 36 medidas de cada unidade amostral, em cada excursão.

Temperatura do ar - Mc_TEMP_{ar} (unidade: °C): avaliada em um círculo de 1,5 m de raio com centro no local onde estava instalada cada armadilha, através da utilização de um termigrômetro (36 valores por unidade amostral).

Umidade relativa do ar - Mc_UMID_{ar} (unidade: %): avaliada em um círculo de 1,5 m de raio com centro no local onde estava instalada cada armadilha, através da utilização de um termigrômetro (36 valores por unidade amostral).

Luminosidade - Mc_Lux (unidade: lux): avaliada em um círculo de 1,5 m de raio com centro no local onde estava instalada cada armadilha, através da utilização de um luxímetro (36 valores por unidade amostral).

As variáveis da paisagem (Pa_) foram tomadas diretamente, a partir de ortofotocartas de 1:10.000 e fotografias aéreas de 1:32.500 da região, de propriedade da Veracel Celulose S. A., digitalizadas, referentes ao ano de 1998, utilizando-se o programa Arcview versão 3.3.

Porcentagem de cobertura das áreas por vegetação - Pa_VE_{cob} (%): foram gerados três círculos centrados em cada unidade amostral, com raios de 250, 500 e 1000 m², respectivamente. Em seguida, foi mensurada a porcentagem de vegetação florestada (em qualquer estágio de

regeneração - inicial ao avançado - ou floresta primária) presente na área de cada círculo.

Distância de cada unidade amostral à Mata de Referência – Pa_MRdist (m): foram calculadas as distâncias de cada unidade amostral a um ponto central “0” plotado arbitrariamente na Mata de Referência. O programa utilizado foi o Autocad 2000.

Para cada componente da paisagem, os valores utilizados nas análises equivalem à média dos valores obtidos.

As informações obtidas durante as campanhas foram organizadas e armazenadas em um programa de banco de dados (*Microsoft Excel 2000 for Windows*), a fim de facilitar as análises posteriores.

Para a análise dos dados, foram utilizadas matrizes de abundância de espécies e de variáveis ambientais por unidades amostrais, que representam as variáveis dependentes e independentes, respectivamente, ou foram usadas para gerá-las. A matriz de abundâncias foi transformada dividindo-se cada valor pelo somatório da linha correspondente [$n_{\text{transformado}} = n/\text{soma}(n)$], de modo que todas as unidades amostrais tivessem o mesmo peso na solução das análises (Magnusson & Mourão, 2003).



Para comparar os componentes da paisagem, assumiu-se que cada componente estabelecido representa uma unidade natural existente na paisagem, ou seja, que o valor esperado das variáveis não controladas, para todas as repetições de cada componente, é o mesmo .

A fim de testar a hipótese de igualdade entre os componentes da paisagem com relação à composição da comunidade de Euglossina, aplicou-se o método não paramétrico “Procedimento de Permutação de Resposta Múltipla” (MRPP – *Multi-response Permutation Procedures*), utilizando-se a distância de Sorensen. Este método é vantajoso com relação aos paramétricos, pois não possui premissas de normalidade multivariada e homogeneidade de variâncias, sendo adequado para dados de comunidades ecológicas (McCune & Grace, 2002). Apenas para esta análise foi utilizada a matriz bruta das abundâncias, visto que o programa estatístico utilizado automaticamente padroniza a matriz pelas linhas. Aplicou-se o mesmo procedimento utilizando-se os eixos reduzidos (através de PCA) das variáveis ambientais (PC's) para testar a hipótese de ausência de diferença entre os componentes da paisagem com relação a estas variáveis, sendo empregada como medida de distância a distância euclidiana.

Nas análises de ordenação, as unidades amostrais foram tratadas como amostras independentes dos ambientes florestados da paisagem, utilizando-se modelos lineares para testar a hipótese de associação entre as variáveis dependentes (relacionadas à composição da comunidade) e as independentes (ambientais).

Para testar a ausência de associação entre as principais dimensões de variação ambiental e a principal variação da composição da comunidade de Euglossina, foi gerado um vetor de ordenação das espécies (NMS1) através do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMS – *Nonmetric Multidimensional Scaling*) sobre a matriz de abundâncias

transformada, utilizando-se a distância de Sorensen. De acordo com McCune & Grace (2002), este método não possui premissas de linearidade entre as variáveis, sendo adequado para dados não normais ou arbitrariamente descontínuos. A extração de apenas um vetor de ordenação (NMS1) foi uma opção metodológica.

A intensidade do padrão de estrutura da ordenação foi avaliada através de um teste interno de Monte Carlo (40 randomizações), comparando-se o estresse calculado na ordenação da matriz original e a distribuição de estresses gerados na ordenação das matrizes randomizadas. A probabilidade de associação dos valores do estresse da redução de dimensionalidade entre o eixo reduzido (usando distância euclidiana) e a matriz original (usando distância de Sorensen) foi avaliada a partir do índice de correlação (r^2), obtido através de um teste de Mantel (100 randomizações).

A qualidade da ordenação indireta pelo NMS foi apresentada através de gráficos de abundância das espécies (ordenadas pelos escores calculados pela média recíproca) pelas unidades amostrais (ordenadas pelo vetor de ordenação da comunidade NMS1).

Através da Análise de Componentes Principais (PCA – *Principal Components Analysis*), extraíu-se os vetores principais de variação da matriz de variáveis ambientais, com base em matriz de correlação e rotação Varimax, para melhor interpretação dos gradientes, calculando-se os escores dos componentes sobre as unidades amostrais.

Finalmente, foi testada, através de um teste de regressão múltipla, a hipótese de ausência de associação significativa entre os vetores principais

de variação da matriz de variáveis ambientais (PC1 e PC 2) e o vetor de ordenação das espécies (NMS1), sendo plotados os gráficos de dispersão das regressões parciais para avaliação gráfica do resultado.

Adotou-se o nível de significância de 0,05, ajustado aplicando-se a correção de Bonferroni (ajuste estatístico do alfa para comparações múltiplas) mas análises de MRPP relacionadas à composição da comunidade de Euglossina, dividindo-se o nível de significância por 4.

Empregou-se, para as análises de MRPP e NMS, o programa *Pcord for Windows* versão 4.0 e para as análises de PCA e regressão múltipla, o *SPSS for Windows*, versão 11.0.

RESULTADOS

Foi coletado um total de 3872 indivíduos de 22 espécies, pertencentes a 4 gêneros de Euglossina (Tabela V).

As espécies mais abundantes foram *Euglossa imperialis* (22,03%), *Euglossa ignita* (21,77%), *Euglossa cordata* (17,10%) e *Euglossa mixta* (11,41%). As demais espécies (n=18) representaram 27,69% do total coletado em todos os componentes da paisagem amostrados.

A Mata de referência foi o componente da paisagem que apresentou maior abundância (MR2 e MR1, respectivamente) e riqueza de espécies (MR2 e MR3, respectivamente) de Euglossina, ao passo que a menor riqueza foi encontrada no remanescente RF4 e a menor abundância, no eucaliptal EC1. As unidades amostrais RF2 e EC2 apresentaram valores de abundância e riqueza de espécies bastante similares (Figura 5).

Euglossa chelybeata, *E. imperialis*, *E. mixta* e *E. violaceifrons* foram quase que essencialmente coletadas na Mata de referência (tabela V). *Eufriesea ornata* foi coletada exclusivamente na Mata de referência, nas unidades amostrais localizadas no interior deste componente da paisagem (MR1 e MR2).

Tabela V. Espécies de Euglossina e número de indivíduos coletados nas doze áreas amostradas no extremo sul da Bahia. As siglas MR1 a MR4 representam as unidades amostrais da mata de referência; RF1 a RF4, dos Remanescentes; e EC1 a EC4, dos Eucaliptais, respectivamente.

Espécies	MR 1	MR 2	MR 3	MR4	RF 1	RF 2	RF 3	RF 4	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	Total	%
<i>Euglossa imperialis</i>	270	353	120	61	13	2	23	1	2	2	4	2	853	22,03
<i>Euglossa ignita</i>	96	157	117	60	64	53	67	42	25	79	35	48	843	21,77
<i>Euglossa cordata</i>	85	114	70	52	67	55	61	37	16	32	46	27	662	17,10
<i>Euglossa mixta</i>	149	199	35	41	2	4	5	3	1	2	0	1	442	11,41
<i>Eulaema nigrita</i>	74	66	13	15	13	3	15	9	1	5	3	5	222	5,73
<i>Eulaema meriana flavecens</i>	38	27	26	21	8	7	21	6	13	9	7	21	204	5,27
<i>Euglossa chalybeata</i>	29	57	21	16	3	1	2	0	0	2	0	0	131	3,38
<i>Euglossa securigera</i>	28	11	13	14	25	7	9	9	4	2	2	6	130	3,36
<i>Eulaema cingulata</i>	11	14	7	8	3	8	15	19	1	2	7	8	103	2,66
<i>Euglossa sapphirina</i>	6	47	17	11	0	1	6	0	0	0	0	1	89	2,30
<i>Euglossa liopoda</i>	12	21	14	7	3	0	3	2	0	1	3	1	67	1,73
<i>Eulaema bombiformes niveofasciata</i>	3	2	4	9	0	1	2	0	2	1	1	4	29	0,75
<i>Exaerete smaragdina</i>	5	5	2	2	1	1	2	1	1	0	1	0	21	0,54
<i>Euglossa fimbriata</i>	3	3	3	1	4	0	0	0	0	0	0	1	15	0,39
<i>Euglossa pleosticta</i>	1	3	1	2	2	2	0	0	0	1	0	0	12	0,31
<i>Eufriesea ornata</i>	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,28
<i>Euglossa violaceifrons</i>	4	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	10	0,25
<i>Euglossa towsendi</i>	1	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0,21
<i>Euglossa truncata</i>	0	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0,21
<i>Euglossa gaiani</i>	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0,18
<i>Exaerete frontalis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	4	0,10
<i>Eufriesea mussitans</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,03
Total	817	1096	472	325	213	146	231	129	68	140	110	125	3872	100
Nº espécies	18	20	19	18	16	14	13	10	12	14	11	12	-	-

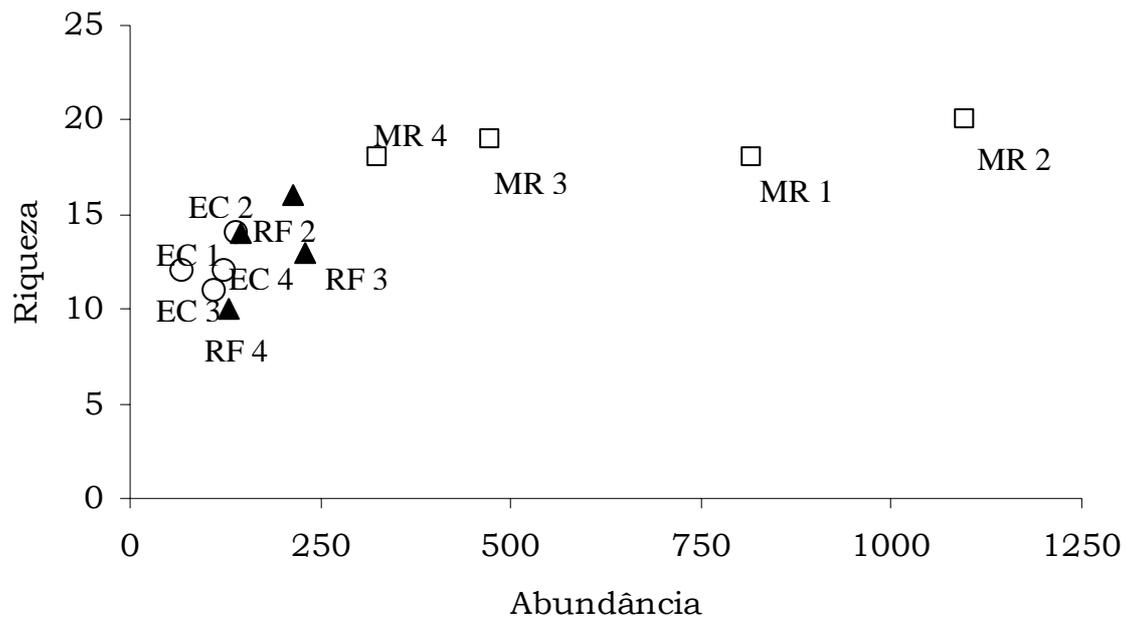


Figura 5. Abundância e riqueza total nos componentes da paisagem estudados. As siglas MR, RF e EC correspondem a Mata de referência; Remanescentes florestais e Eucaliptais, respectivamente.

De forma geral, os três componentes da paisagem mostraram-se bastante distintos com relação às variáveis ambientais e de paisagem.

Quanto ao micro-clima, relacionado às variáveis de umidade, temperatura do ar e luminosidade, apesar da umidade do ar não ter variado muito, destacou-se um gradiente ambiental que vai da Mata de referência aos Eucaliptais (Figura 6).

Sobre as variáveis de micro-habitat, com relação à densidade de herbáceas, a Mata de referência, os Remanescentes e os Eucaliptais apresentaram valores similares. Os Eucaliptais obtiveram maiores médias relacionadas ao perímetro dos troncos (Figura 7).

No que se refere às variáveis relacionadas à estrutura vertical da vegetação, foi evidenciado que a Mata de referência apresenta os maiores valores médios de densidade de folhagem, demonstrando um gradiente ambiental bem acentuado nos diversos estratos da vegetação, nas unidades amostrais estudadas. Os Remanescentes apresentam menor quantidade de folhagem que a Mata de referência, principalmente nos estratos superiores a dez metros (Figura 8).

A Mata de referência e os Remanescentes florestais apresentaram um maior percentual de áreas florestadas próximas incluídas nos círculos com raio de 250 m². Nos círculos com raio 500 m², evidenciou-se um gradiente ambiental da Mata de referência em direção aos Eucaliptais, o que também foi detectado na avaliação dos círculos com raio 1000 m². Quanto à distância das unidades amostrais em relação a um ponto arbitrário localizado no centro da Mata de Referência, percebeu-se que os Remanescentes apresentaram as maiores variações,



localizando-se mais dispersos na paisagem, seguidos dos Eucaliptais que, apesar de se localizarem mais distantes do ponto central arbitrário na Mata de referência, possuíam as unidades amostrais localizadas mais próximas entre si (Figura 9).

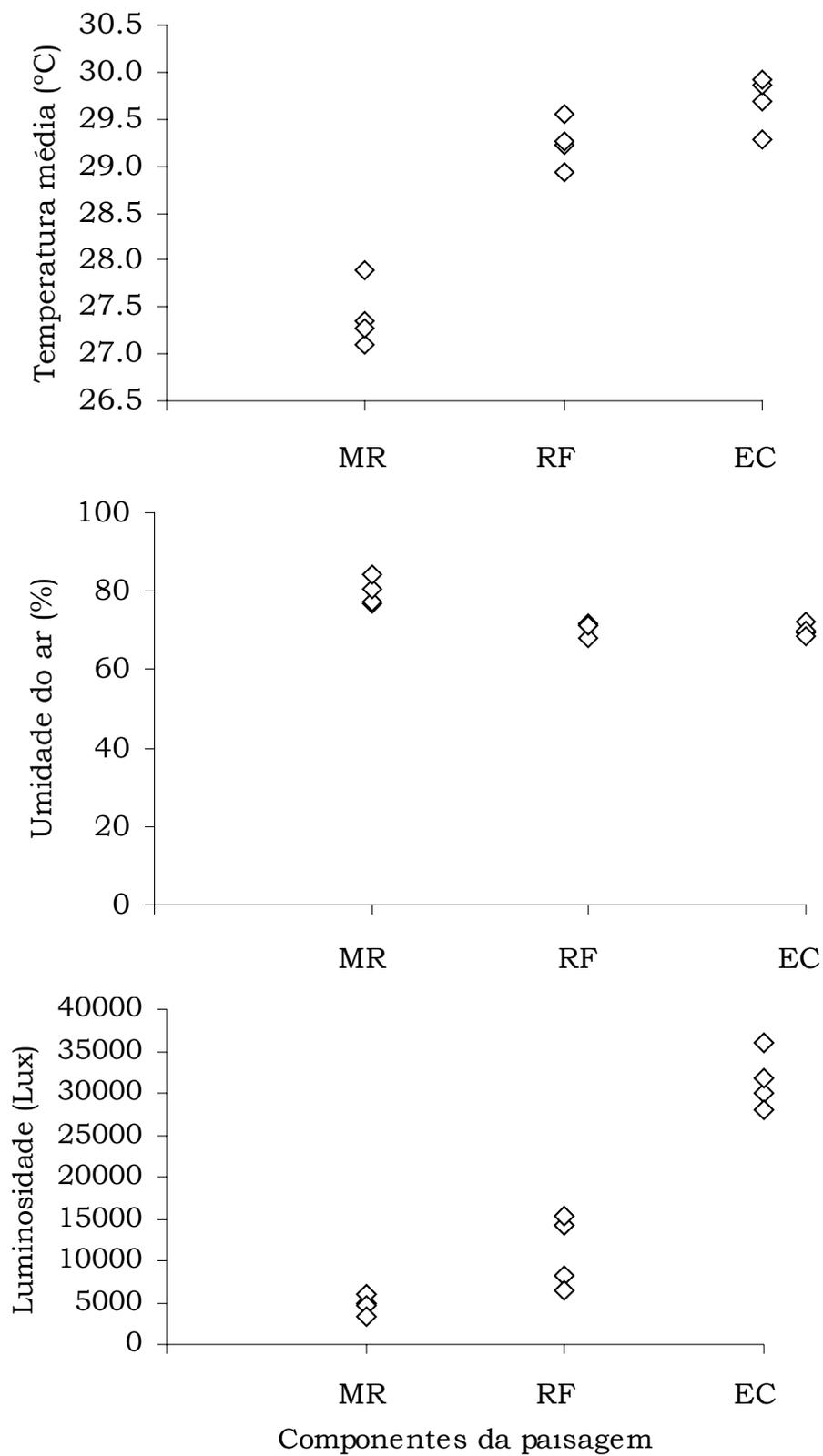


Figura 6. Representação das variáveis ambientais de micro-clima nos componentes da paisagem estudados. As siglas MR, RF e EC correspondem a Mata de referência; Remanescentes florestais e Eucaliptais, respectivamente.

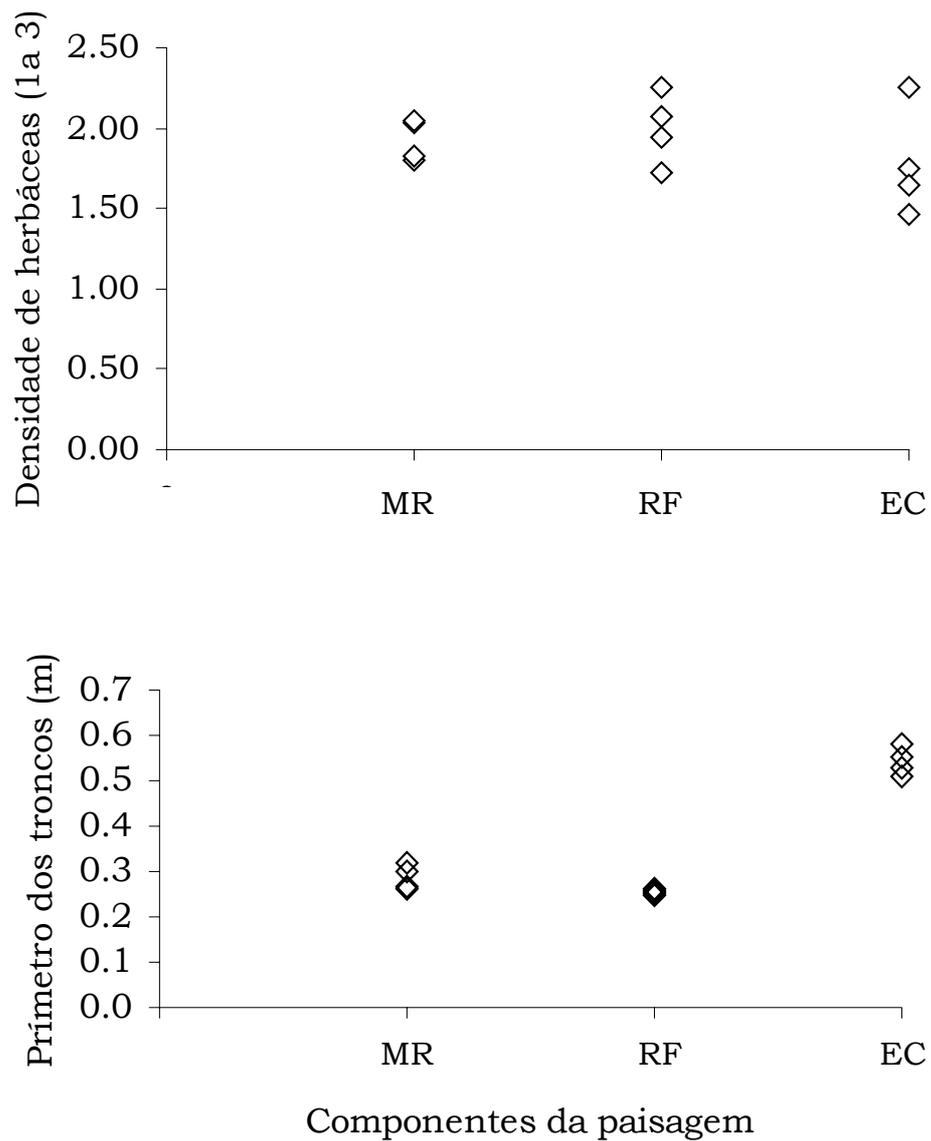
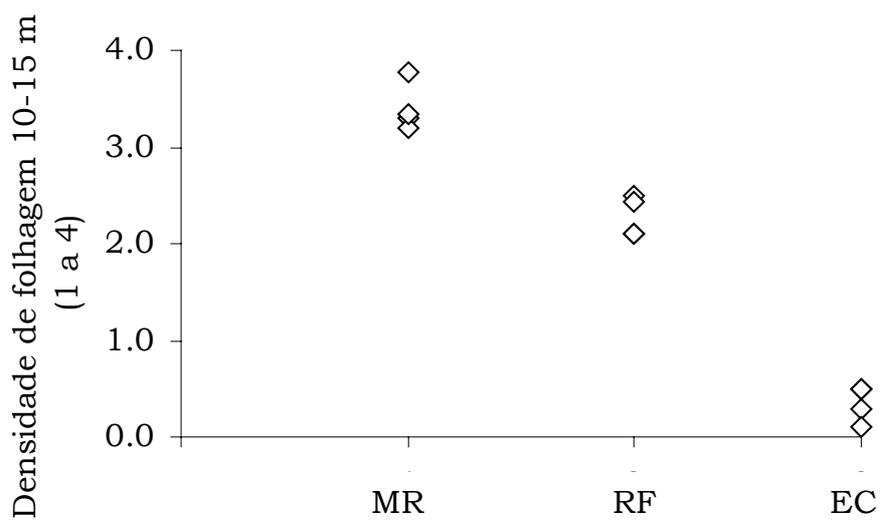
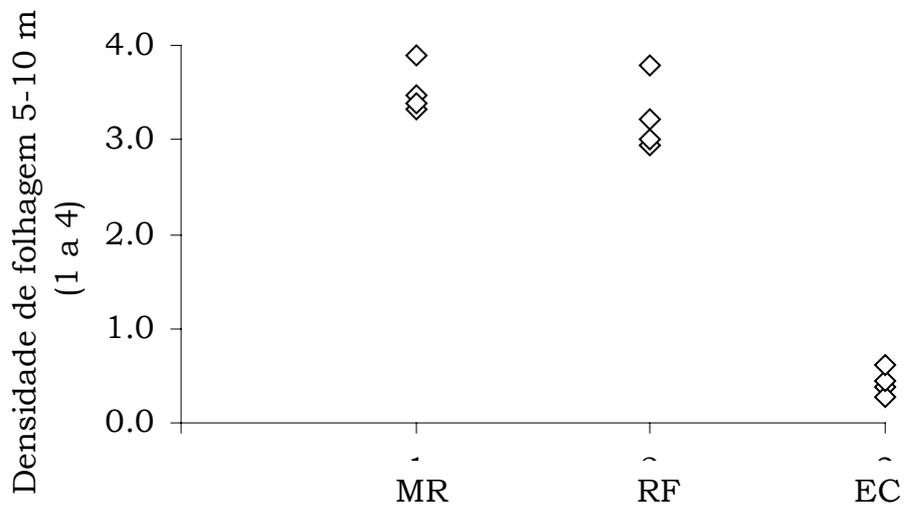
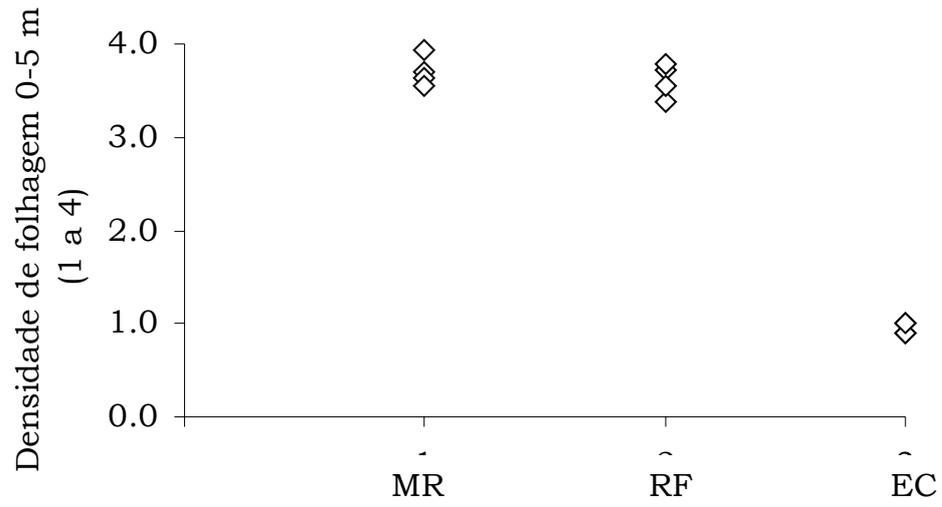


Figura 7. Representação das variáveis ambientais de micro-habitat que caracterizam a estrutura da vegetação, nos componentes da paisagem estudados. As siglas MR, RF e EC correspondem a Mata de referência; Remanescentes florestais e Eucaliptais, respectivamente.



*Continua na próxima página

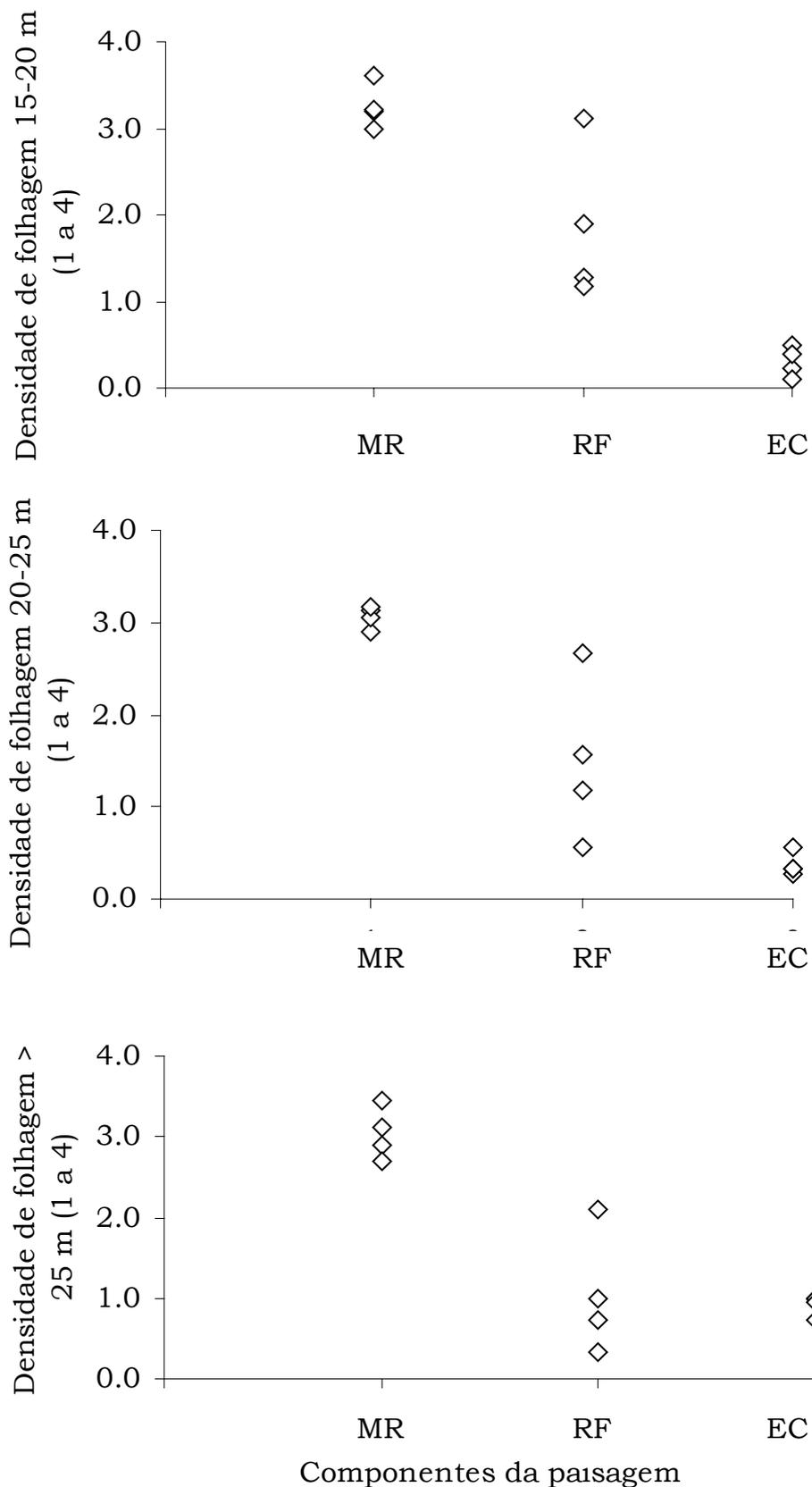


Figura 8. Representação das variáveis ambientais de micro-habitat com relação à estrutura vertical da vegetação, nos componentes da paisagem estudados. As siglas MR, RF e EC correspondem a Mata de referência; Remanescentes florestais e Eucaliptais, respectivamente.

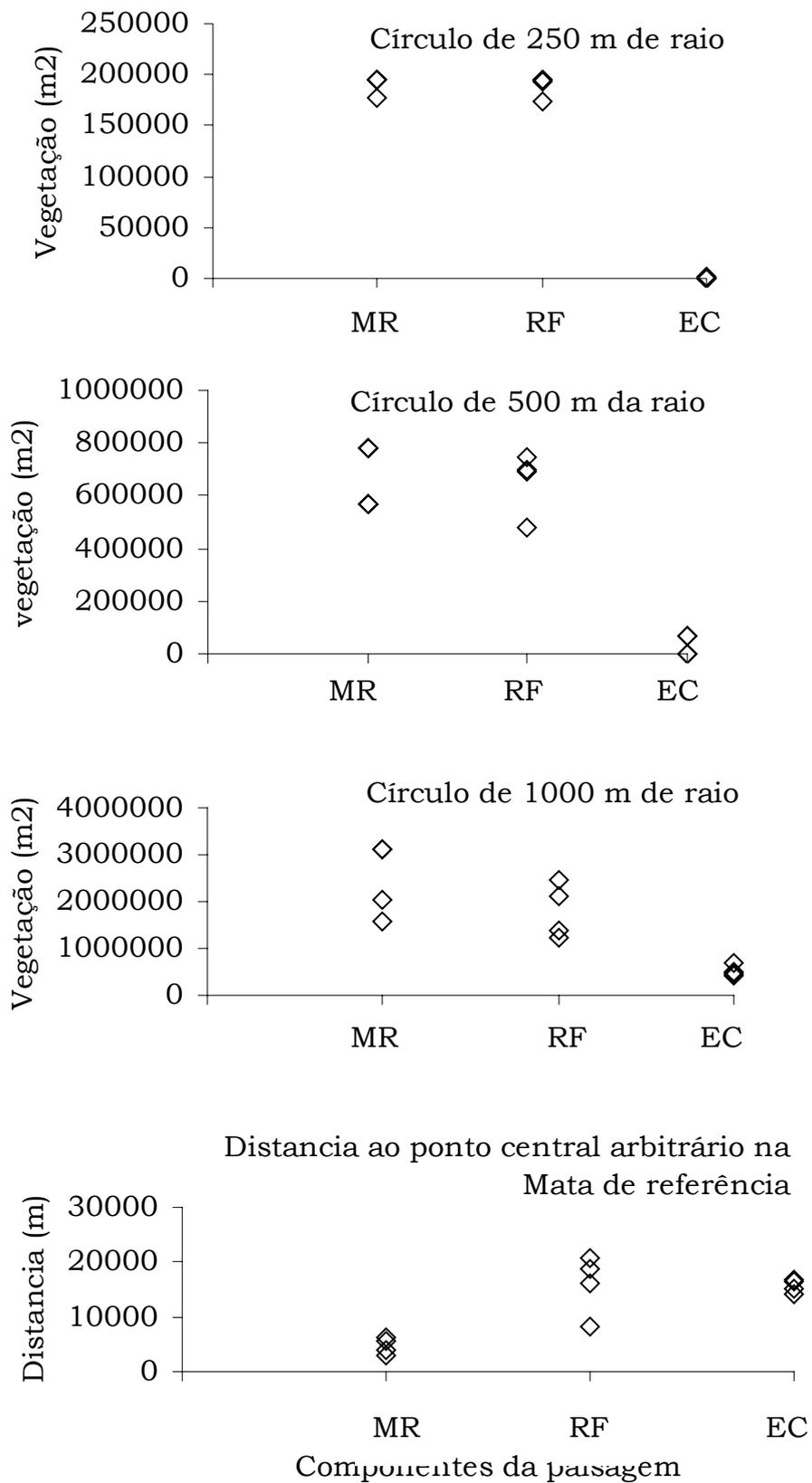


Figura 9. Representação das variáveis de paisagem, nos componentes da paisagem estudados. As siglas MR, RF e EC correspondem a Mata de referência; Remanescentes florestais e Eucaliptais, respectivamente.

A análise de MRPP detectou que os componentes da paisagem diferem significativamente com relação à composição da comunidade de Euglossina ($T=-4,72$; $p=0,0008$), sendo que esta diferença ocorre entre as áreas de Mata de referência e os Remanescentes florestais ($T=-3,52$; $p=0,0076$) e entre a Mata de referência e os Eucaliptais ($T=-3,97$; $p=0,0060$). Não foi detectada diferença significativa entre os Remanescentes florestais e os Eucaliptais ($T=-2,07$; $p=0,0351$).

A partir da análise de componentes principais (PCA) foram extraídos 2 eixos principais que “explicaram” 86,88% da variação dos dados, evidenciando gradientes distintos entre a Mata de referência, os Remanescentes florestais e os Eucaliptais. Esta análise demonstrou que, de maneira geral, as unidades amostrais dos diferentes componentes da paisagem mostraram-se bastante distintas com relação às variáveis ambientais e de paisagem investigadas (Figura 10)

O primeiro eixo (PC1) explica 73,76% da variância original dos dados e representa um gradiente ambiental dos Eucaliptais para as áreas de mata (de referência e remanescentes). De acordo com este gradiente, a porcentagem de áreas florestadas (círculos de 250, 500 e 1000 m²) e a densidade de folhagem (FODen⁰⁻⁵; Foden⁵⁻¹⁰; Foden¹⁰⁻¹⁵ m) aumentam dos Eucaliptais em direção à Mata de Referência, e o perímetro dos troncos e a luminosidade diminuem. O segundo eixo (PC2), que explica 13,11% da variância original dos dados, representa um gradiente ambiental da Mata de referência para as outras áreas (Remanescentes e Eucaliptais). Segundo este gradiente, os valores de densidade de folhagem (Foden¹⁵⁻²⁰; Foden²⁰⁻²⁵; Foden^{>25} m) e de umidade do ar aumentam, da mesma forma,

dos Eucaliptais para a Mata de referência, enquanto que a temperatura do ar e a distância ao centro arbitrário na Mata de referência diminuem. A densidade de herbáceas não apresentou associação com nenhum dos PC's. Esta variável apresentou valores similares em todos os componentes da paisagem (Figura 11).

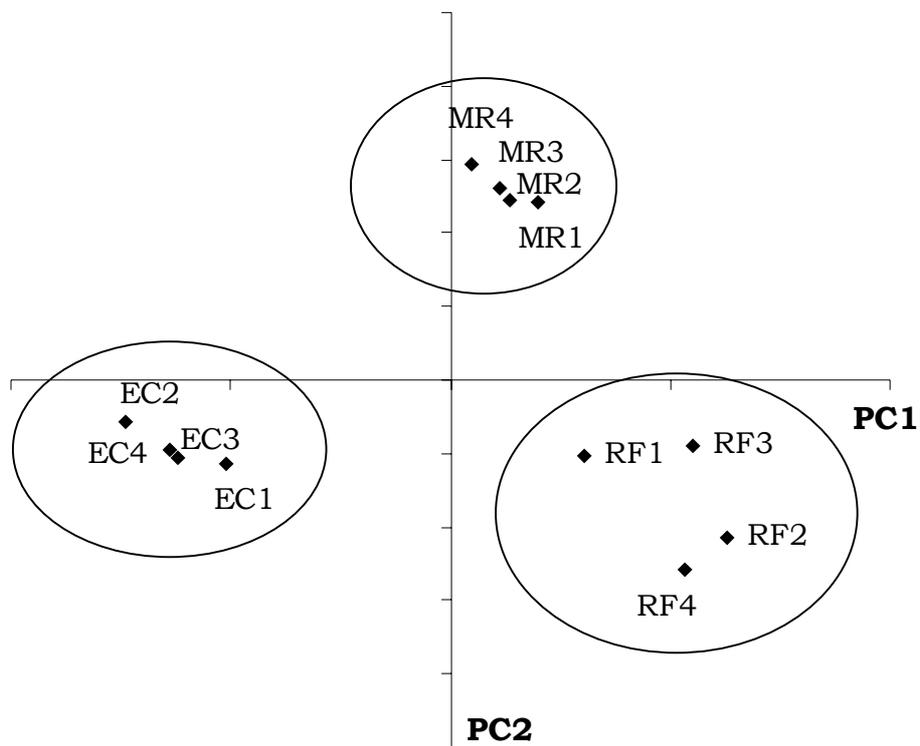


Figura 10. Representação dos eixos ortogonais PC1 e PC2, extraídos através da análise de componentes principais com as variáveis ambientais, e das unidades amostrais estudadas.

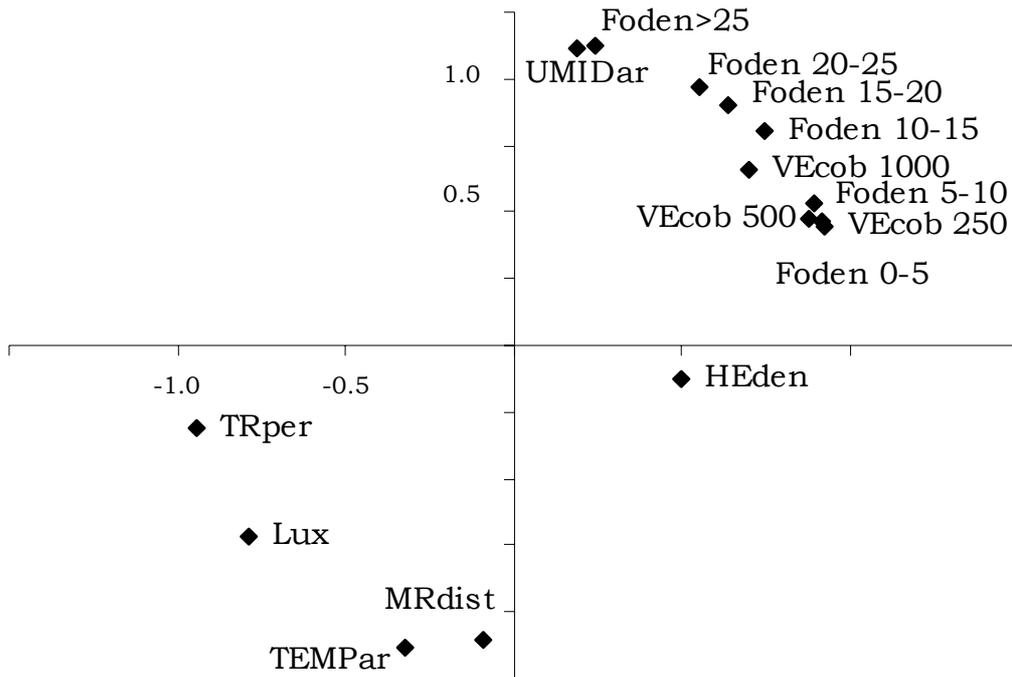


Figura 11. Representação da associação das variáveis estudadas com os eixos ortogonais PC1 x PC2, extraídos através da análise de componentes principais.

A análise de MRPP detectou diferenças significativas entre as variáveis ambientais nos componentes da paisagem ($T=-7,16$; $p=0,000008$), sendo que ocorrem diferenças significativas entre todos os componentes: Remanescente e Eucaliptais ($T=-4,34$; $p=0,0057$), Mata de referência e Eucaliptais ($T=-4,36$; $p=0,0056$) e Mata de referência e Remanescentes florestais ($T=-4,46$; $p=0,0057$).

O vetor NMS extraído apresentou um estresse de 11,4 (Figura 12). O teste de Monte Carlo evidenciou que este eixo possui uma estrutura no padrão da distribuição das abundâncias mais forte do que o esperado pelo acaso ($p=0,0794$). O teste de Mantel evidenciou uma alta correlação entre as distribuições reais e as do NMS único ($p=0,001$; $r^2=0,90$), o que

demonstra que a matriz de abundância de espécies de Euglossina possui uma estrutura forte.

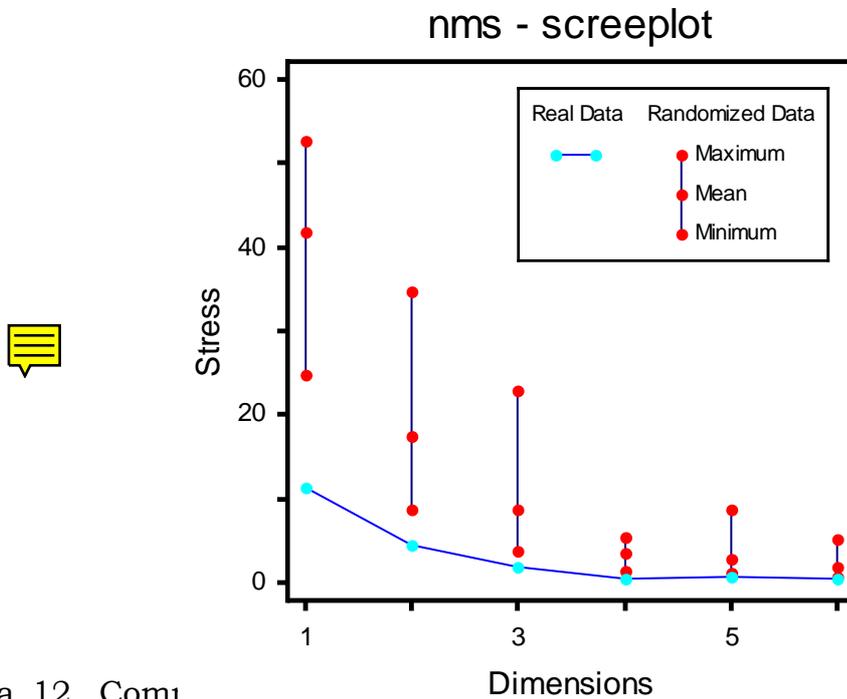


Figura 12. Comparação das distribuições dos dados reais e das distribuições dos dados randomizados, indicando o estresse de 11,4.

A análise de regressão linear entre o NMS1 (variável dependente) e os PC's 1 e 2 (variáveis independentes) evidenciou que há correlação entre o padrão de distribuição das abundâncias dos euglossíneos e as variáveis ambientais mensuradas ($r^2=0,76$; $F=14,32$). Houve regressão significativa entre a principal variação na composição da comunidade de euglossíneos (NMS1) e o segundo componente principal (PC1: $r^2=0,34$; $t=2,131$; $p=0,062$; PC2: $r^2=0,80$; $t=4,911$ $p=0,001$) (Figura 13).



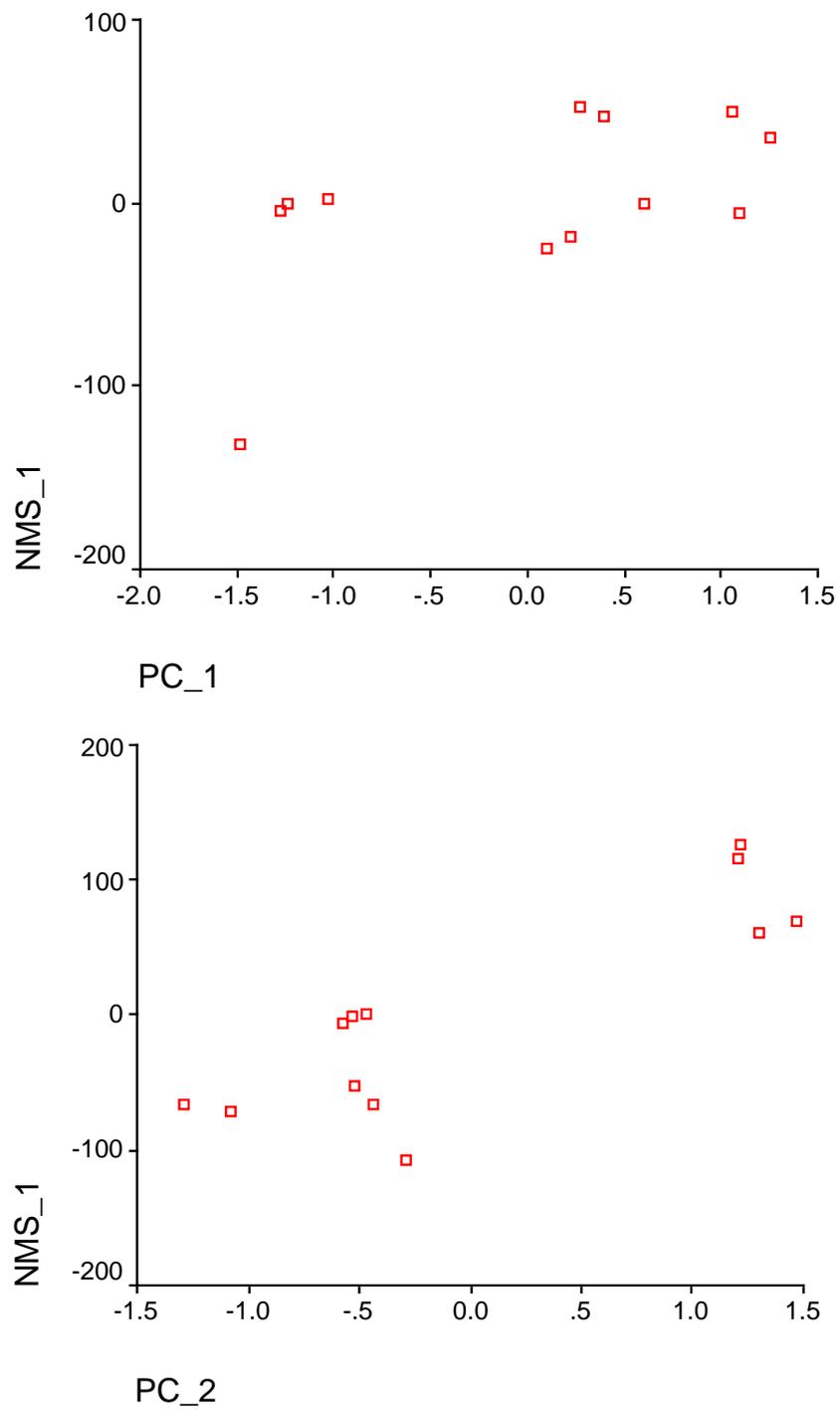


Figura 13. Regressões parciais entre o eixo de variação na composição da comunidade de euglossíneos (NMS1) e os eixos (PC1 e PC2) que representam a principal variação nas variáveis ambientais (PC1: $r^2=0,34$; $t=2,131$; $p=0,062$; PC2: $r^2=0,80$; $t=4,911$ $p=0,001$).

A qualidade da ordenação indireta pelo NMS foi demonstrada através dos gráficos das abundâncias das espécies, ordenadas pelos seus escores calculados pela média recíproca, pelas unidades amostrais, ordenadas pelo vetor de ordenação da comunidade NMS (Figura 14). Esses gráficos evidenciam o eixo que melhor representa a variação na composição da comunidade de Euglossina.

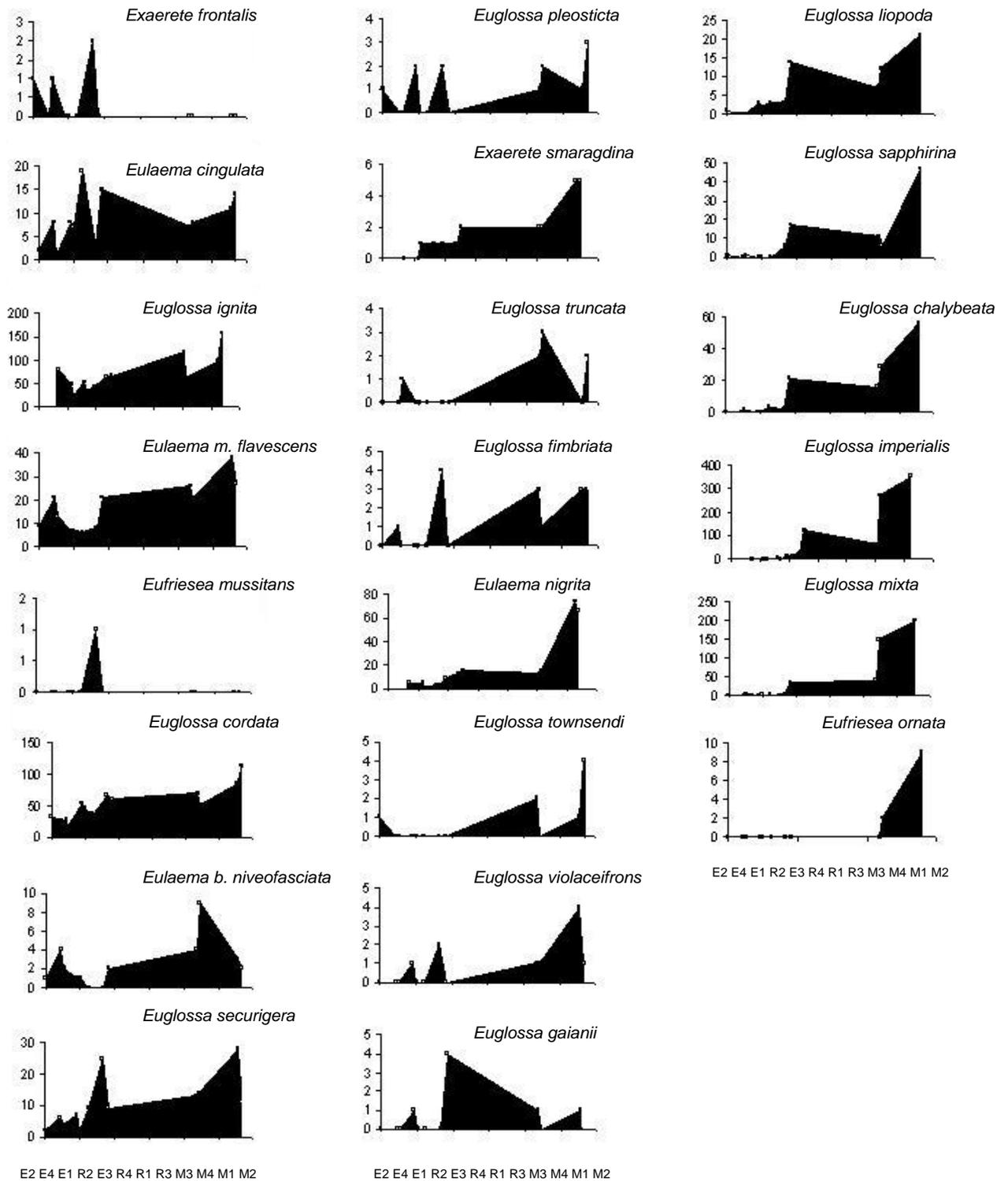


Figura 14. Representação das abundâncias absolutas das 22 espécies de Euglossina, ordenadas pelo procedimento da média recíproca, pelas unidades amostrais, ordenadas pelo eixo NMS.

DISCUSSÃO

Nos componentes florestados da paisagem estudados, as espécies mais abundantes (*Euglossa imperialis*, *E. ignita*, *E. cordata* e *E. mixta*) comportaram-se de forma distinta. *E. ignita* e *E. cordata* apresentaram comportamento generalista, distribuindo-se por todos os componentes florestados estudados. Já *E. imperialis* e *E. mixta*, mesmo tendo ocorrido nos Remanescentes florestais e em áreas de Eucaliptais, evidenciaram um padrão de abundância mais restrito, sendo em grande parte encontradas nas áreas de Mata de referência.

Dentre as espécies menos abundantes, *E. fimbriata*, *E. sapphirina* e *E. violaceifrons* também ocorreram com maior frequência nas áreas incluídas na Mata de referência. *Eulaema m. flavescens* esteve presente em todos os componentes da paisagem de forma quase que eqüitativa. A composição da mata de referência mostrou-se significativamente distinta daquela encontrada nos outros dois componentes da paisagem. Por outro lado, apesar das diferenças marcantes entre as características ambientais dos fragmentos e eucaliptais, a composição de Euglossina não diferiu entre eles.

De forma geral, estas diferenças podem ser vistas na ordenação das espécies pelas unidades amostrais (Figura 14), que indicou que em um dos extremos do eixo estão espécies comuns em áreas abertas (p. ex. *Euglossa ignita*, *E. cordata*, *E. securigera*), enquanto que no extremo oposto estão espécies típicas de floresta (p. ex. *Eufriesea ornata*, *Euglossa mixta*, *E. chalybeata*, *E. imperialis*, *E. sapphirina*). Entre os extremos

encontram-se espécies que, nesta amostragem, mostraram maior plasticidade, mostrando-se mais generalistas (p. ex. *Eulaema nigrita*, *E. m. flavescens*)

Brown (1991) propôs que vários insetos poderiam ser usados como indicadores de qualidade de hábitat. *Eufriesea ornata*, espécie coletada exclusivamente em unidades amostrais da Mata de referência, e outras espécies que foram dominantes nestas áreas podem ser boas candidatas a indicadoras de ambientes pouco perturbados ou bem conservados.

Alguns autores atribuíram o papel de indicadora de ambientes alterados a *E. nigrita*, por causa da sua notável alta abundância em áreas perturbadas (Rebêlo & Cabral, 1997; Peruquetti *et al.*, 1999). Os resultados encontrados por Tonhasca *et al.* (2002) sugerem *E. nigrita* e *Euglossa analis* como as mais prováveis candidatas a espécies indicadoras de áreas perturbadas e primárias ou com menor grau de perturbação, respectivamente. Ao contrário do padrão visualizado em outros estudos, *Eulaema nigrita* e *Euglossa securigera*, espécie tida como típica de áreas abertas e secas, foram mais abundantes na Mata de referência. Segundo Morato (1994), a tolerância das espécies menos sensíveis aos fatores ambientais, como temperatura e luminosidade altas e baixa umidade do ar, constitui um importante aspecto na distribuição das espécies de Euglossina em manchas de habitats.

Em termos da composição da comunidade de Euglossina, foi detectada uma diferença significativa entre os componentes da paisagem investigados, o que sugere a existência de influências negativas da fragmentação e de seus processos associados sobre essas abelhas. Estas

diferenças parecem estar associadas a variáveis ambientais como distância ao centro da Mata de referência, temperatura do ar e densidade de folhagem nos estratos da vegetação.

Discutir as conseqüências da fragmentação para os euglossíneos engloba aspectos como o efeito do tamanho do fragmento sobre a abundância e a riqueza de espécies, a capacidade de dispersão dessas abelhas entre as manchas de hábitat e o efeito de borda.

O efeito da redução da área (tamanho do fragmento) e o efeito de borda podem influenciar negativamente a riqueza e abundância dos euglossíneos. Há registros na literatura sobre um declínio no número de abelhas que ocorrem em fragmentos isolados em relação a áreas de mata continua. Powel & Powel (1987) observaram uma redução no número de indivíduos, assim como na composição das espécies de Euglossina, em áreas fragmentadas recentemente, em comparação com dados obtidos antes do isolamento. Em contrapartida, quatro anos após o isolamento, Becker *et al.* (1991) não encontraram, no mesmo local, diferenças significantes na abundância de euglossíneos nos fragmentos, exceto no menor deles. Há, então, indícios de que fragmentos de hábitat menores comportem menores riquezas e abundâncias de euglossíneos.

No presente estudo, as unidades amostrais localizadas no interior da Mata de Referência (MR1 e MR2) apresentaram abundância e riqueza de espécies de Euglossina superiores aos encontrados nas áreas de borda (MR3 e MR4), resultado convergente ao encontrado pelos autores supracitados.

Tonhasca *et al.* (2002) não encontraram uma associação clara entre abundância e riqueza de espécies de Euglossina e habitats com diferentes graus de perturbação. Eles registraram um número total de abelhas mais baixo nos fragmentos menores, mas este resultado foi determinado principalmente pela baixa abundância de duas espécies. Embora os resultados sugiram que a abundância de algumas espécies de Euglossina possa diminuir em fragmentos ou áreas altamente perturbadas, a maioria das espécies parece responder a condições locais específicas. Por exemplo, como observado por Tonhasca *et al.* (2002), *E. nigrita* e *E. cingulata* concentraram suas populações em áreas próximas a árvores que secretavam seivas e em barrancos com terra exposta (fontes de materiais usados para construção do ninho).

No que se refere à capacidade de dispersão das Euglossina, as espécies possuem comportamentos particulares. Abelhas do gênero *Eulaema*, assim como outras espécies de Euglossina com grande tamanho corporal, podem percorrer vários quilômetros durante seu forrageio em busca de recursos, graças à sua alta capacidade de voo e fidelidade floral (Janzen, 1971; Kroodsma, 1975; Dressler, 1982; Janzen *et al.*, 1982; Tonhasca *et al.*, 2003).

Os resultados do presente estudo sugerem que *E. m. flavescens*, *E. nigrita* e *E. cingulata* podem estar se dispersando entre os componentes da paisagem estudados ou serem residentes destas áreas ou de áreas adjacentes. *E. ignita* e *E. cordata* também se mostraram pouco exigentes com relação à qualidade do habitat, enquanto que *E. imperialis*, *E. mixta*, *E. fimbriata*, *E. sapphirina* e *E. violaceifrons* parecem ser mais sensíveis a

perturbações dos habitats. Estas espécies parecem estar mais intimamente ligadas às condições existentes nas áreas de habitats mais conservados, como a Mata de referência, evitando atravessar áreas abertas e são, portanto, as mais ameaçadas pela fragmentação e destruição dos habitats.

Em regiões onde as áreas naturais são restritas a poucos remanescentes, a maioria das espécies de Euglossina parece ficar isolada nos fragmentos, podendo não exercer com eficiência seu papel de polinizadores de longa distância. As espécies com maior capacidade de se dispersar e explorar a matriz podem se manter ou ser favorecidas nas áreas fragmentadas, enquanto espécies menos tolerantes e com menor capacidade de vôo tendem a uma maior vulnerabilidade, mantendo-se isoladas e restringindo sua distribuição no fragmento (Bierreggard *et al.* 1997; Gascon *et al.* 1999). Estes estudos demonstram que, em função de suas características peculiares, como capacidade de dispersão, por exemplo, as espécies não são igualmente afetadas pela fragmentação (Steffan-Dewenter & Tschardt, 2002).

De forma geral, os resultados demonstram que a composição da comunidade de Euglossina nos remanescentes florestais e nos eucaliptais é bem diferente da Mata de referência.

A ausência de algumas espécies típicas de ambientes florestados na matriz pode estar relacionada com diversos fatores, entre eles, com as diferenças das variáveis ambientais entre os componentes da paisagem. De acordo com os resultados, parece que apenas a fauna de Euglossina

com maior flexibilidade de adaptação a áreas perturbadas é capaz de transpor esta matriz de eucaliptais.

A baixa diversidade descrita para os ambientes de monocultura de eucalipto é atribuída à homogeneidade espacial e estrutural que pode resultar em pequena disponibilidade de recursos. Para as abelhas, de modo geral, recursos como, por exemplo, locais para nidificação e fontes odoríferas, seriam, de fato, escassos em áreas de monocultura de eucalipto. Além disso, para os euglossíneos, em particular, fontes de fragrâncias coletadas pelos machos, também, frequentemente, não são encontrados em eucaliptais.

Em um levantamento florístico realizado por Guedes *et al.* (2003) em eucaliptais de regiões próximas à investigada no presente estudo, grande parte das plantas identificadas no sub-bosque pertencia às famílias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae e Apocynaceae, que não são reportadas como fontes odoríferas para os euglossíneos. Isto sugere que, caso não haja recursos suficientes nas áreas com monocultura de eucalipto, até mesmo as espécies com maior plasticidade, estariam, provavelmente, atravessando estas áreas em busca de recursos em áreas adjacentes. Parece pouco provável, portanto, que as Euglossina sejam residentes dos Eucaliptais.

Para as espécies mais dependentes de condições exclusivas de áreas de habitats mais conservados, a ausência de ambientes florestados adequados pode significar uma barreira ao seu raio de atividade, sendo estas as espécies mais ameaçadas pela fragmentação e destruição dos habitats.

Os resultados deste trabalho revelaram que os Remanescentes florestais, no estado de conservação em que se encontram, não estão sustentando a composição da comunidade de Euglossina. Ainda assim, os fragmentos florestais podem ser considerados elementos da paisagem muito importantes (Turner & Corlett, 1996). Estudos recentes realizados nas mesmas áreas do presente estudo indicaram que os Remanescentes florestais da região ainda mantêm uma fauna relativamente diversificada, com relação a lagartos e anuros de serrapilheira (Dantas, dados não publicados) e artrópodes cursores de folhico (Tinoco, dados não publicados). Esta informação reforça a importância de incentivar programas de conservação de fragmentos remanescentes, ainda que considerados pequenos, pois estes ainda possuem um grande valor para a diversidade biológica regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: SUGESTÕES PARA O MANEJO DA REGIÃO DE

ESTUDO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, os Remanescentes florestais, em seu estado atual de conservação, mostraram-se bastante depauperados, quando avaliados com relação à composição da comunidade de Euglossina, não mantendo espécies típicas de ambientes mais preservados. O fragmento maior apresentou uma fauna mais representativa, principalmente as unidades localizadas no seu interior, sendo a melhor referência de Mata Atlântica da região.

Assim, do ponto de vista da fauna de abelhas Euglossina, as diretrizes prioritárias para a conservação seriam a recuperação e conexão física dos remanescentes florestais existentes para garantir os processos de polinização em médio prazo. Esta estratégia parece ser relevante para a conservação da diversidade regional das abelhas Euglossina, em uma região de grande vocação silvicultural.

Especificamente, a recomposição da Mata Atlântica nos vales e o plantio de eucalipto em áreas menos extensas e intercaladas com mata nativa poderiam contribuir para conectar os fragmentos, garantindo o aumento da conectividade da paisagem. Além disso, as estratégias devem focar a diminuição das perturbações sobre os remanescentes florestais que ainda existem.

A existência de um gradiente ambiental relacionado com maior densidade de folhagem nos estratos superiores, maior umidade do ar e

menor temperatura parece indicar que as variáveis importantes são relacionadas à recomposição da estrutura típica da Mata Atlântica. Isso reforça a idéia da necessidade de implementação de medidas de manejo que visem não só a manutenção dos remanescentes menores e mais isolados e a redução das áreas de Eucaliptais, mas, principalmente, a recuperação e ampliação dessas áreas de habitats naturais existentes, visando o restabelecimento de condições ambientais características de habitats mais conservados, necessárias à sobrevivência das espécies de euglossíneos mais sensíveis a perturbações.

Caso contrário, a constante redução das porções de habitats naturais adequados e a modificação desses ambientes poderão acarretar efeitos deletérios para a comunidade de *Euglossina* residente nessa região, como a diminuição da riqueza, pelo desaparecimento de espécies mais sensíveis, assim como efeitos indiretos derivados da alteração de processos ecológicos, como a polinização, podendo, no longo prazo, provocar danos à flora regional.

Considerando que os remanescentes florestais pertencentes à Veracel Celulose compõem uma das poucas e mais representativas áreas de Mata Atlântica no extremo sul da Bahia, sua conservação é de fundamental importância para a manutenção da diversidade biológica na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becker, P.; Moure, J. S.; Peralta, J. F. A. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 23, n. 4b, p. 586-591, 1991.

Bezerra, C. P.; Martins, C. F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.

Bierregaard, R. O. *et al.* **Key priorities for the study of fragmented tropical ecosystems**. *In*: Tropical forest remnants – ecology, management and conservation of fragmented communities. Laurance, W. F.; Bierregaard, R. O. (Eds.), The University of Chicago Press, 1997, p. 515-525.

Brito, C. M.; Rêgo, M. M. C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera, Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 631-638, 2001.

Brown, K. S. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. *In*: Collins, N. M.; Thomas, J. A. (Eds.). **The conservation of insects and their habitats**. Academic Press, 1991, p. 349-404.

Cane, J. H. Hábitat fragmentation and native bees: a premature verdict?

Conservation Ecology, v. 5, n. 2, (online), 2001. URL:

<http://www.consecol.org/vol5/iss1/att3>.

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

Fisher, B. L. Insect behavior and ecology in conservation: preserving functional species interactions. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 91, p. 155-158, 1998.

Fonseca, G. A. B. *et al.* **Corredores de biodiversidade: o corredor central da Mata Atlântica**. In: Corredores Ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília; IBAMA. v. 2, p. 47-66, 2004.

Gascon, C. T. E. *et al.* Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, v. 91, p. 223-229, 1999.

Guedes, M. L. S. *et al.* Levantamento florístico no sub-bosque de *Eucalyptus* da Veracel Celulose S. A., Eunápolis/Santa Cruz Cabrália, BA. In: In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2003, p.308-309.

Hubbell, S. P. & Foster, R. B. **Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest**. In: Plant Ecology (M. J. Crawley, ed.), Blackwell, Oxford, 1986, pp. 77-95.

INPE. **Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica, no período de 1985-1990**. Ed. Fundação Mata Atlântica, 2002. 46p.

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

Janzen, D. H. *et al.* Seasonal and site variation in Costa Rica euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. **Ecology**, v. 63, p. 66-74, 1982.

Jorge, L. A. B.; Garcia, G. J. A study of habitat fragmentation in southeastern Brazil using remote sensing and geographic information system (GIS). **Fot. Ecol. Manage**, v. 98, p. 35-74, 1997.

Kearns *et al.* Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinators interactions. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 29, p. 83-112, 1998.

Kroodsma, D. E. Flight distance of male Euglossine bees in orchid pollination. **Biotropica**, v. 7, n. 1, p. 71-72, 1975.

Laurance, W.F., Bierregaard, R.O. [Eds]. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.**

The University of Chicago Press, Chicago, 1997, 616p.

Malcolm, J. R. **Forest structure and the abundance and diversity of Neotropical small mammals.** *In:* Forest canopies. (M. D. Lowman & N. M. Nadkami, eds.). Academic Press, San Diego, 1995, pp. 179-197.

McCune, B.; Grace, J.B. **Analysis of Ecological Communities.** MjM Software Design, 2002, 300p.

Magnusson, W. E.; Mourão, G. **Estatística Sem Matemática: a ligação entre as questões e a análise.** Editora Planta. 2003. 126p.

Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos.** Brasília, DF, 2000.

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

Myers *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n. 403, p. 853-858, 2000.

Neves, E. L.; Viana, B F. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 831-837, 1997

Neves, E. L.; Viana, B F. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das matas ciliares da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 2, p. 201-210, 1999.

Peruquetti, R. C. *et al.* Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, supl. 2, p. 101-118, 1999.

Powel, A. H.; Powel, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 19, p. 176-179, 1987.

Rebêlo, J. M. M.; Cabral, A. J. Espécies de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) de Barreirinhas, Zona do Litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazônica**, v. 27, p. 145-152, 1997.

Ricketts, T. H. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist**, v. 158, n. 1, p. 88-98, 2001

Saatchi, S. D. *et al.* Examining fragmentation and loss of primary forest in the Southern Bahia Atlantic Forest of Brazil with radar imagery.

Conservation biology, v. 15, p. 867-875, 2001.

Steffan-Dewenter, I. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows.

Conservation Biology, v. 17, n. 4, p. 1036-1044, 2003.

Steffan-Dewenter, I.; Tscharntke, T. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands – a mini review.

Biological Conservation, v. 104, p. 275-284, 2002.

Tonhasca, A. *et al.* Abundance and diversity of Euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 34, p. 416-422, 2002.

Tonhasca, A. *et al.* Dispersal of Euglossini bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, n. 19, p. 99-102, 2003.

Turner, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, p. 200-209, 1996.

Turner, I. M.; Corlett, R. T. The conservation value of small isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Tree**, v. 11, n. 8, p. 330-333, 1996.

Veracel Celulose S. A. **Plano de Manejo da Estação Veracruz, Eunápolis, BA**. 1998, 64 p.

Viana *et al.* Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 539-545, 2002.

Williams, N. H.; Whitten, W. M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: Methods and advances in the last sesquidecade. **Biological Bulletin**, v. 164, p. 355-395, 1983.