

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI
ATRAÍDAS POR ISCAS ARTIFICIAIS NA AMAZÔNIA MERIDIONAL, BRASIL**

Marta Helena Schorn de Souza

Sinop, MT
Fevereiro, 2014

MARTA HELENA SCHORN DE SOUZA

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI
ATRAÍDAS POR ISCAS ARTIFICIAIS NA AMAZÔNIA MERIDIONAL, BRASIL**

Orientador: Dr. THIAGO JUNQUEIRA IZZO

Dissertação apresentada ao
PPGCAM como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências
Ambientais.

Sinop, Mato Grosso

Fevereiro, 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais - ICNHS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCAM



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

DISCENTE: Marta Helena Schorn de Souza

Aos 26 dias do mês de fevereiro do ano de 2014, às 09 horas e 30 minutos, na sala 10, do bloco 1, do *campus* da UFMT na cidade de Sinop, foi realizada a sessão pública da defesa de dissertação do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais da discente Marta Helena Schorn de Souza. A banca foi composta pelos seguintes professores: Prof. (orientador) Thiago Junqueira Izzo, Prof. Rafael Soares de Arruda, Prof. Evandson José dos Anjos Silva e Prof. Leandro Dênis Battirola sob a presidência do primeiro. O projeto de pesquisa teve como título "ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI ATRAÍDAS POR ISCAS ARTIFICIAIS NA AMAZÔNIA MERIDIONAL, BRASIL. Após explanação do projeto de pesquisa, a discente foi arguida pelos componentes da banca. Terminada a etapa, os membros avaliaram a discente e conferiram a mesma o seguinte resultado N1: 9,0 N2: 9,5 N3: 10,0 N4: 10,0, sendo o Conceito Final: A proclamado pelo presidente da sessão. Dados por encerrados os trabalhos, lavrou-se a presente Ata, que será assinada pela banca e pelo (a) discente. As recomendações da banca seguem em folha anexa.

Sinop, 26 de fevereiro de 2014.

ASSINATURAS:

Discente: MARTA HELENA SCHORN DE SOUZA

Banca: THIAGO JUNQUEIRA IZZO

LEANDRO DÊNIS BATTIROLA

EVANDSON JOSÉ DOS ANJOS SILVA

RAFAEL SOARES DE ARRUDA



Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S374e Schorn de Souza, Marta Helena.
ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE
ABELHAS EUGLOSSINI ATRAÍDAS POR ISCAS ARTIFICIAIS
NA AMAZÔNIA MERIDIONAL, BRASIL / Marta Helena Schorn
de Souza. -- 2014
viii, 47 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Thiago Junqueira Izzo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Estratos verticais. 2. iscas-odores. 3. Compartimentos. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

Sinopse:

Estudamos a estrutura e a composição da comunidade de abelhas Euglossini (Apidae) em uma área de floresta nativa em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso. Aspectos como a riqueza de espécies, a abundância de machos e a composição de espécies das comunidades em diferentes estratos da vegetação e diferentes iscas-odores foram avaliados.

Palavras-chave:

Estratos verticais, iscas-odores, compartimentos.

DEDICATÓRIA

À aquela que sempre esteve presente nos principais momentos de minha vida. Minha querida avó, Eny de Freitas Schorn, que não conseguiu, em vida, me ver terminar esta estapa, mas que tenho certeza, de algum lugar melhor, aprecia este momento tão importante em minha vida. A você dedico.

AGRADECIMENTOS

À UFMT, ao programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, representado pelos seus servidores e professores, pela oportunidade de contribuir e gerar novos conhecimentos em nossa tão devastada Amazônia Meridional.

Ao meu orientador, Thiago Junqueira Izzo, agradeço por acreditar que eu era capaz. Agradeço pelos ensinamentos, orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação. Obrigado pela contribuição em meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao professor Evandson José dos Anjos Silva, pelos ensinamentos, orientações e incentivo. Obrigado por me receber em seu laboratório em Cáceres e pela paciência das inúmeras horas dispensadas na identificação de todas as abelhas.

Ao professor Domingos de Jesus Rodrigues, obrigado pelo apoio logístico dispensado durante todo este processo e pelo tempo dispensado nas colaborações no texto da dissertação.

Ao professor Rafael Soares de Arruda, pelas inúmeras contribuições na parte estatística e no texto da dissertação.

À ONF Brasil representada pelos funcionários da Fazenda São Nicolau, obrigada pela acolhida e por toda logística disponibilizada durante os dias de coleta.

Aos professores e aos colegas da PPGECB que dividiram as experiências do curso de campo e, principalmente, àqueles que não mediram esforços, e ficaram até altas horas embrenhados na mata à procura “dos perdidos”, minha eterna gratidão.

A oportunidade de conhecer melhor pessoas que conviviam comigo, mas que somente o ar da Amazônia pôde revelar o quanto eram especiais. Vou sentir saudades de vocês (Liliane, Graziane, Everton e Rogelho) e, principalmente, dos dias em que rimos, choramos e bebemos um “bom velho” juntos.

Ao Roberto, sem sua inigualável capacidade de localização, estaríamos perdidos na mata até hoje. Obrigada pela ajuda na instalação das armadilhas (principalmente no dossel) e no acompanhamento durante as coletas... MARCHE!

Aos queridos colegas do ABAM que sempre me acolheram com carinho, em especial à Janinha e ao Everton pela ajuda inestimável nas coletas... MARCHE!

Ao meu irmão científico Ricardo Eduardo Vicente, por ter me auxiliado e aconselhado inúmeras vezes e, principalmente, pelo acolhimento sempre caloroso nas minhas idas à Cuiabá.

À Marcia Cleia Vilela dos Santos pelos conselhos e pela amizade que mesmo com a distância continua inabalável. Obrigado pelos incentivos desde o início.

Às minhas amigas mais que especiais que estiveram comigo nos melhores e nos piores momentos. Fabieli, Deise e Gil, obrigado por tornarem esta jornada mais fácil, vocês estarão sempre nos meus pensamentos.

À minha amiga Harumi Silva Kawatake, obrigado por tudo. Pelas hospedagens na casa da sua mãe (Dona Maria) em Cuiabá, pelas ajudas nas estatísticas e, principalmente, por me aturar nos momentos mais difíceis.

Aos meu pais Jorge e Sônia Schorn, aos meus irmãos pelo apoio que sempre me deram e pela confiança depositada em mim. Obrigado pela compreensão nos momentos em que não pude estar presente.

Ao meu filho Caio Henrique, por ter suportado esses dois anos de ausência, por ter sido meu melhor amigo e companheiro em várias etapas, principalmente quando ficava me ouvindo treinar o mesmo seminário por várias vezes. Você sempre será meu anjo!

Agradeço principalmente ao meu esposo Carlos Henrique Martins de Souza, obrigado pela compreensão e, principalmente, pelo apoio do início ao fim desta jornada. Sem você nada disso seria possível. Obrigado por ser pai e mãe nos momentos em que estive ausente. Você é meu porto seguro, te amo.

RESUMO

Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae), também conhecidas como abelhas-das-orquídeas, estão dentre os principais polinizadores das florestas Neotropicais, sendo a sua conservação vital para a sobrevivência e a dinâmica de áreas naturais. A descoberta de que machos de Euglossini poderiam ser atraídos a substâncias puras análogas àquelas produzidas por flores de orquídeas possibilitou que estudos sobre a biologia, a diversidade, a genética e a distribuição dessas abelhas fossem realizados em diferentes localidades no Neotrópico. Com o objetivo de determinar a estrutura e a composição da comunidade de abelhas Euglossini atraídas a diferentes tipos de iscas-odores no dossel e no sub-bosque da Floresta Amazônica mato-grossense, em duas expedições a campo realizamos duas coletas durante cinco dias consecutivos, nos meses de outubro e de dezembro de 2012. Os machos foram coletados em uma área de floresta nativa onde está instalado um módulo do PPBio em Cotriguaçu, extremo norte de Mato Grosso. Foram utilizadas armadilhas confeccionadas com garrafas PET de dois litros contendo as iscas-odores acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila e vanilina. Foram coletados mais de 2.900 espécimes, distribuídos em cinco gêneros e pertencentes a 41 espécies. A partir dos dados obtidos foram gerados dois artigos. No primeiro artigo, intitulado “Distribuição vertical e atratividade de iscas-odores em comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia Meridional”, são fornecidos dados sobre a riqueza de espécies, a diversidade de espécies, a abundância de machos e a composição de espécies da comunidade de abelhas Euglossini em dois estratos verticais da floresta, e associadas a seis diferentes tipos de substâncias puras. No segundo artigo, intitulado “Redescoberta de *Eufriesea fragrocara* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) na Floresta Amazônica”, ampliamos a distribuição geográfica dessa espécie em cerca de 500 km a leste da Bacia Amazônica.

Palavras-chave:

Estratos verticais, iscas-odores, compartimentos.

ABSTRACT

Euglossini, also known as orchid bees, are among the main pollinators in Neotropical forests, and their preservation is vital for survival and dynamics of natural areas. The finding community of that euglossines could be attracted with chemical substances similar to those produced by orchid flowers, enabled studies on the biology, diversity, genetics and distribution of these bees date in different locations. To determine the structure and species composition of the community of Euglossini bees attracted to different types of baits in the canopy and understory of the Amazon forest, we conducted two sampling during five consecutive days in October and December, 2012. Bees were collected in an area of native forest, where a study site is monitored in a long term (PPBio project www.ppbio.inpa.gov.br) in the municipality of Cotriguaçu, Mato Grosso state. Traps made of plastic bottles and containing pure chemical substances as baits (benzyl acetate, methyl cinnamate, cineole, eugenol, methyl salicylate and vanillin) were used. A total of 2.912 specimens, distributed in five genera and 41 species were registered. From the data two articles were generated. In the first article, entitled "Vertical distribution and attractiveness of odor baits in Euglossini bee communities (Hymenoptera: Apidae) in southern Amazonia", data species richness, species diversity, male abundance and species composition in two vertical forest strata using six different types of artificial baits are provided. The second article, entitled "Rediscovery of *Eufriesea fragrocara* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Brazilian Amazon Forest", we expanded the geographic distribution of *Ef. fragrocara* about 500 Km to the east of the Amazon Basin.

Keywords:

Chemical baits, compartments, vertical strata..

SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO I.....	6
Distribuição vertical e atratividade de iscas-odores em comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia Meridional	6
RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO	8
ÁREA DE ESTUDO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
Delineamento amostral	11
Coleta das abelhas Euglossini	12
Análises estatísticas	13
RESULTADOS	15
Descrição das comunidades de abelhas Euglossini na Floresta Amazônica em Cotriguaçu	15
Estrutura da comunidade.....	21
DISCUSSÃO	30
CONCLUSÃO	36
AGRADECIMENTOS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPÍTULO II	41
Rediscovery of <i>Eufriesea fragrocara</i> (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Brazilian Amazon Forest.....	41
ABSTRACT.....	42
INTRODUCTION.....	42
MATERIAL AND METHODS	42
RESULTS	43
DISCUSSION	43
ACKNOWLEDGMENTS	45
REFERENCES.....	45
CONCLUSÃO GERAL.....	47

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização do estado de Mato Grosso (C), do município de Cotriguaçu, Mato Grosso (B), e da área amostral (A).....11
- Figura 2. Modelo de armadilha para coleta de abelhas Euglossini.....13
- Figura 3. Dez espécies de abelhas Euglossini mais abundantes atraídas a seis iscas-odores (acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila, vanilina) em dois estratos da vegetação em uma área de floresta nativa em Cotriguaçu, Mato Grosso.....16
- Figura 4. Média do número de machos de abelhas Euglossini atraídos a seis iscas-odores (acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila, vanilina) em dois estratos da vegetação em uma área de floresta nativa em Cotriguaçu, Mato Grosso.....18
- Figura 5. Média do número de espécies de abelhas Euglossini atraídas a seis iscas-odores (acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila, vanilina) em dois estratos da vegetação em área de floresta nativa em Cotriguaçu, Mato Grosso.....18
- Figura 6. Curva de acúmulo de espécies utilizando-se 144 armadilhas contendo as iscas-odores acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila e vanilina em dois estratos da vegetação em área de floresta nativa em Cotriguaçu, Mato Grosso.....19
- Figura 7. Número de espécies rarefeito até 24 amostras (\pm D.P.), coletado com todas as iscas-odores, comparado com o número de espécies coletadas utilizando cada uma das iscas-odores (24 réplicas) separadamente.20
- Figura 8. Número de espécies de abelhas Euglossini coletadas empregando-se seis iscas-odores, rarefeito até 48 amostras (\pm D.P.), comparado com o número total de espécies coletado utilizando duas iscas-odores combinadas (48 réplicas).....20
- Figura 9. Composição quantitativa de espécies de abelhas Euglossini resumida por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) obtida com o emprego de seis iscas-odores em uma área de floresta nativa no município de Cotriguaçu, Mato Grosso.....25
- Figura 10. Composição qualitativa de espécies de abelhas Euglossini resumida por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) obtida com o emprego de seis iscas-odores em uma área de floresta nativa no município de Cotriguaçu, Mato Grosso.....25
- Figura 11. Mapa de distribuição geográfica de *Eufriesea fragrocara* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini).....44
- Figura 12. Visão frontal de macho de *Eufriesea fragrocara*.....44

INTRODUÇÃO GERAL

Euglossini Latreille (Hymenoptera, Apidae) é uma tribo de abelhas cujos representantes podem variar de 8 mm a 31 mm de comprimento e que possuem brilho metálico exuberante e pilosidade intensa, além de língua longa, maior que o corpo, em algumas espécies, em particular as do subgênero *Glossura* (Dressler 1982). Estas abelhas, em geral, apresentam hábito solitário e se distribuem na região Neotropical, desde o norte da Argentina até o norte do México (Dressler 1982; Ramírez et al. 2002; Anjos-Silva e Rebêlo 2006). Atualmente são conhecidas mais de 200 espécies, distribuídas em cinco gêneros, sendo três de vida livre, *Eulaema* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841, *Euglossa* Latreille, 1802, e *Eufriesea* Cockerell, 1908, e dois gêneros cujas fêmeas parasitam ninhos de outras abelhas da tribo, *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817, e *Aglae* Lepeletier de Saint-Fargeau & Audinet-Serville, 1825) (Garófalo e Rozen 2001).

As abelhas Euglossini são conhecidas como abelhas-das-orquídeas devido à estreita relação destas abelhas com as orquídeas (Orchidaceae). Estima-se que esta relação planta-polinizador tenha surgido a mais de 20 milhões de anos (Engel 1999) como resultado de uma coevolução entre machos de Euglossini e as orquídeas. Sabe-se que, atualmente, mais de 10% das espécies de orquídeas Neotropicais são polinizadas por essas abelhas, principalmente, as espécies pertencentes às subtribos Catasetinae, Stanhopeinae, Lycanstinae, Zygopetalinae e Oncidiinae (Ramirez *et al.* 2002; Ramírez et al. 2010).

Uma das estratégias desenvolvidas pelas flores das orquídeas para atrair seus polinizadores (melitofilia) é a produção de compostos voláteis. Existem evidências de que as flores das orquídeas produzam mais de 60 compostos diferentes, embora cada espécie, frequentemente, contenha menos de doze compostos, com prevalência de um ou dois compostos bioquímicos (Gerlach e Schill 1991; Eltz *et al.* 2005).

A descoberta de que os machos de Euglossini poderiam ser atraídos a substâncias químicas puras, produzidas em laboratório, e análogas às aquelas produzidas por flores de orquídeas (Dodson et al. 1969), possibilitou a realização de estudos sobre a biologia, a diversidade, a genética e a distribuição dessas abelhas em diferentes localidades, independentemente da fitofisionomia (*e.g.* Dressler 1982; Morato et al. 1992; Ramírez *et al.* 2010). Nos estudos realizados com machos de Euglossini o número de substâncias químicas puras utilizadas como atrativo variou de três a cinco iscas-odores com alguns inventários empregando de seis a 16 substâncias (Ackerman 1983a; Anjos-Silva et al. 2006; Nemésio e Silveira 2006). O cineol, a vanilina, o eugenol e o salicilato de metila são as iscas-odores mais empregadas, em razão da forte atratividade que tais substâncias exercem na maioria dos machos das espécies (Dressler 1982; Ramírez *et al.* 2002; Cameron 2004; Ramírez *et al.* 2010).

Os Euglossini são um componente significativo dentre os polinizadores das florestas Neotropicais, e sua conservação é considerada vital para a sobrevivência e a dinâmica de áreas naturais e semi-naturais (Brosi et al 2007; 2008). Existem evidências de que a fragmentação florestal poderia causar um declínio no número de machos em algumas espécies (Powell e Powell 1987; Morato 1994). Neste cenário, *Eufriesea violacea* e *Euglossa analis* poderiam ser consideradas como espécies bioindicadoras da qualidade ambiental, enquanto *Eulaema nigrita* seria bioindicadora de áreas degradadas quando do registro de elevada densidade populacional nos habitats avaliados (Peruquetti et al. 1999). Desta forma, frente à atual situação de fragmentação florestal em função do crescimento do desmatamento na Floresta Amazônica, especialmente no chamado “Arco do Desmatamento”, estas abelhas poderiam proporcionar resultados rápidos e úteis acerca da riqueza, da abundância e da fenologia destes insetos e de plantas associadas aos mesmos (Tonhasca et al. 2002; Roubik e Hanson 2004; Sandino 2004; Anjos-Silva 2011).

No Capítulo I, o artigo intitulado “Distribuição vertical e atratividade de iscas-odores em comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia Meridional”, registramos o número de espécies e de machos que são atraídos a cada tipo de substância pura e como esta atratividade varia em função do estrato da vegetação. Também foi comparada a composição de espécies da comunidade atraída a cada tipo de isca-odor, e a sua variação em relação ao tipo de estrato amostrado. No capítulo II, o artigo intitulado “Redescoberta de *Eufriesea fragrocara* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) na Floresta Amazônica brasileira”, amplia a distribuição geográfica dessa espécie em cerca de 500 km a leste da Bacia Amazônica, evidenciando a grande lacuna existente acerca da biogeografia de Euglossini.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, J. D. (1983a) Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. *Ecology* 64 (2), 274-283.
- Anjos-Silva, E. J., Rebêlo, J. M. M. (2006) A new species of *Exaerete* Hoffmannsegg (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) from Brazil. *Zootaxa* 1105: 27-35.
- Anjos-Silva, E. J., Camilo, E., Garófalo, C. A. (2006) Occurrence of *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35(6), 868-870.
- Anjos-Silva, E. J. (2011) Abelhas Euglossini (Anthophila: Hymenoptera: Apidae) nas margens do Rio Juruena: Checklist das espécies na Floresta Amazônica em Cotriguaçu, Mato Grosso, in: Rodrigues, D. J., Izzo, T. J., Battirola, L. D. (Orgs.). *Descobrimos a Amazônia Meridional: biodiversidade da Fazenda São Nicolau*. Cuiabá: Ed. Pau & Prosa Comunicação Ltda, pp. 53–73.
- Brosi, B. J., Daily, G. C., Ehrlich, P R. (2007) Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. *Ecol. Appl.* 17(2), 418-430.
- Brosi, B. J., Daily, G. C., Shih, T. M., Oviedo, F., Durán, G. (2008) The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. *J. Appl. Ecol.* 45, 773-783.
- Cameron, S. A. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Entomol.* 49, 377-404.
- Dodson, C. H., Dressler, R. L., Hills, H. G., Adams, R. M., Williams, N. H. (1969) Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164, 1243-1249.
- Dressler, R. L. (1982). Biology of the orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13, 373-394.
- Eltz, T., Roubik, D. W., Lunau, K. (2005) Experiencedependent choices ensure species-specific fragrance accumulation in male orchid bees. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 59, 149-156.
- Engel, M. S. (1999) The first fossil Euglossa and the phylogeny of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Am. Mus. Novit.* 3272, 1-14.
- Garófalo, C. A., Rozen, J. G Jr. (2001) Parasitic behavior of *Exaerete smaragdina* with descriptions of its mature oocyte and larval instars (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Am. Mus. Novit.* 3349, 1-26.
- Gerlach, G., Schill, R. (1991) Composition of orchid scents attracting euglossine bees. *Bot. Acta* 104, 379-391.
- Morato, E. F., Campos, L. A. O., Moure, J. S. (1992) Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. *Rev. Bras. Entomol.* 36, 767-771.

- Morato, E. F. (1994) Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, série Zool.* 10, 95-105.
- Nemésio, A., Silveira, F. A. (2006) Edge Effects on the Orchid-Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae) at a Large Remnant of Atlantic Rain Forest in Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology*, 35(3):313-323.
- Peruquetti, R. C., Campos, L. A. O., Coelho, C. D. P., Abrantes, C. V. M., Lisboa, L. C. O. (1999) Abelhas euglossine (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Rev. Bras. Zool.* 16 (2), 101-118.
- Powell, A. H., Powell, G. V. N. (1987) Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian Forest fragments. *Biotropica* 19, 176–179
- Ramírez, S. R., Dressler, R. L., Ospina, M. (2002) Abejas euglossinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies com notas sobre su biología. *Biol. Colomb.* 3, 7-118.
- Ramírez, S. R., Roubik, D. W., Skov, C., Pierce, N. E. (2010) Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae) *Biol. J. Linn. Soc.* 100, 552-572.
- Roubik, D. W., Hanson, P. E. (2004) Orchid bees of tropical America: biology and field guide. Instituto Nacional de Biodiversidad Press (INBio), Heredia, Costa Rica.
- Sandino, J. C. (2004) Are there any agricultural effects on the capture rates of male euglossine bees (Apidae: Euglossini)? *Rev. Biol. Trop.* 52(1), 115-118.
- Tonhasca, A., Blackmer, J. L., Albuquerque, G. S. (2002) Abundance and Diversity of Euglossine Bees in the Fragmented Landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 34(3), 416-422.

CAPÍTULO I

Distribuição vertical e atratividade de iscas-odores em comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia Meridional

Artigo a ser submetido à revista Apidologie

RESUMO

As abelhas-das-orquídeas (Apidae: Euglossini) são um componente importante dentre os polinizadores das florestas Neotropicais, e sua conservação é essencial para a sobrevivência e a dinâmica de áreas naturais. Com o intuito de determinar diferenças na riqueza, abundância e composição de Euglossini atraídos em diferentes tipos de iscas-odores e em dois estratos da vegetação, realizamos coletas nos meses de outubro e dezembro de 2012. As abelhas foram coletadas durante cinco dias consecutivos em uma área de floresta nativa, próxima ao rio Juruena, em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso. Garrafas PET foram modificadas e utilizadas como armadilhas, que foram dispostas no sub-bosque e no dossel da floresta, num total de 144 armadilhas. Os compostos voláteis acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila e vanilina foram utilizados como atrativos para capturar machos de Euglossini. Foram coletados 2.912 espécimes distribuídos em 41 espécies e cinco gêneros. Embora fosse esperado que as espécies de Euglossini estivessem distribuídas entre o sub-bosque e o dossel da floresta, estas diferenças ocorreram apenas para abundância, sendo o sub-bosque o local com maior número de indivíduos. No entanto, o tipo de isca utilizada influenciou na quantidade de indivíduos e espécies coletadas. Iscas-odores como salicilato de metila e vanilina mostraram-se eficientes atrativos tanto para espécies quanto para indivíduos. A composição da comunidade de abelhas Euglossini não apresentou diferenciação entre os estratos, sendo que a maioria das espécies estava presente nos dois estratos. Para a maioria das iscas-odores, com exceção de salicilato de metila e cineol, as composições de espécies foram similares entre os estratos. Acetato de benzila, cineol, salicilato de metila e vanilina atraíram grupos específicos de espécies, formando subcomunidades específicas em cada uma delas. Quando comparadas par a par as iscas-odores não se apresentaram correlacionadas, na maioria dos casos. A formação de subcomunidades em alguns tipos de iscas-odores é evidente, deste modo, estudos que visam encontrar padrões ecológicos nessa tribo, devem utilizar o máximo possível de iscas-odores, pois além de serem diferentes as subcomunidades também são estruturadas por fatores ecológicos diferentes.

Palavras-chave:

Estratos verticais, compostos voláteis, compartimentos.

INTRODUÇÃO

As abelhas Euglossini estão dentre os principais polinizadores das florestas Neotropicais (Williams 1982), e sua conservação é vital para sobrevivência e dinâmica de áreas naturais (Ramírez et al. 2002; Roubik e Hanson 2004). As abelhas desta tribo podem responder prontamente a fatores estressantes como a fragmentação florestal, sendo por vezes consideradas como boas bioindicadoras de qualidade ambiental (Powell e Powell 1987; Morato 1994). Algumas espécies de Euglossini podem proporcionar dados rápidos tanto sobre frequência das visitas dos machos das abelhas às flores das orquídeas quanto sobre a abundância e a fenologia dos machos das espécies de abelhas e das plantas visitadas (Dodson 1975; Ackerman 1983a, b, c; 1985; 1989), contribuindo com estudos de avaliação de impacto ambiental, sobretudo em estudos como o aqui apresentado, realizados na região conhecida como “Arco do Desmatamento” na Amazônia, onde a perda de áreas florestais por ações humanas é acentuada (Fearnside 2005).

As flores polinizadas por machos das abelhas Euglossini, normalmente, possuem odores específicos que atraem somente uma ou poucas espécies, e mesmo em áreas onde muitas espécies de abelhas estão presentes esta relação é altamente específica (Dodson et al. 1969). A alta especificidade na relação entre as abelhas e as orquídeas para coleta de compostos voláteis pode resultar em comunidades que apresentam um padrão compartimentalizado, onde podem ser reconhecidos subconjuntos de espécies interagindo com maior intensidade dentro de um subconjunto do que com espécies de outros subconjuntos (Lewinsohn 2006). Assim, espera-se que mesmo que haja uma parcela de espécies generalistas no uso de compostos voláteis produzido pelas flores das orquídeas, a atração de machos das abelhas Euglossini por iscas-odores artificiais também seja altamente específica, de forma que possam ser reconhecidas subcomunidades com composições diferentes em cada

tipo de substância atrativa aos machos. Alguns dos levantamentos em que se enfoca a riqueza de espécies local (*e.g.* Oliveira e Campos 1996), suscitam a discussão na literatura sobre quais os melhores compostos a serem empregados a fim de se ter um levantamento rápido de espécies (Peruquetti et al. 1999; Ferreira et al. 2011). Tanto a existência de subcomunidades de espécies como a atratividade dos machos às iscas-odores são importantes cientificamente para gerar conclusões sobre a ecologia e a zoologia dos Euglossini, e ambas se complementam. De fato, se há certa especificidade na atração de machos de algumas espécies por diferentes iscas-odores, essa especificidade deverá influenciar na escolha de uma ou mais substâncias para se lograr melhor êxito no inventário das espécies numa dada região.

Compostos voláteis são coletados em flores de orquídeas apenas por machos de Euglossini (Dressler 1967, 1982). No entanto, não se sabe ao certo para qual finalidade esses compostos são coletados, e uma das hipóteses é que possam ser utilizados durante o processo de corte (Zimmerman et al. 2006). Esses compostos podem estar distribuídos desde o chão da floresta, em fontes não florais, como madeiras podres, frutas em decomposição e troncos de árvores (Eltz *et al.* 1999), até o dossel, onde se encontra a maior biomassa de orquídeas, a principal fonte de compostos voláteis para os Euglossini (Roubik e Hanson 2004). Uma vez que as fontes de recurso disponíveis apresentam uma estratificação vertical, é possível, então, que a comunidade de abelhas Euglossini também esteja verticalmente distribuída e, ainda, que existam espécies especializadas em cada um dos estratos, formando subcomunidades diferentes no dossel e sub-bosque.

A maioria dos indivíduos das espécies de Euglossini foi coletada no sub-bosque na Amazônia brasileira (Oliveira e Campos 1996), na floresta amazônica do Panamá (Roubik 1993) e do Peru (Otero e Sallenave 2003) e na floresta Atlântica (Martins e Souza 2005). Já no Cerrado brasileiro Ferreira et al. (2011), encontrou maior abundância e diversidade de machos no dossel, sendo a riqueza praticamente a mesma entre os dois estratos. Diante do

exposto, testamos as seguintes hipóteses: 1- Iscas-odores diferentes atraem composições (quantitativas e qualitativas) de espécies de machos de Euglossini diferentes. 2. Existem subcomunidades distintas associadas ao sub-bosque e ao dossel da floresta amazônica. 3- Comunidades de machos de Euglossini atraídas por iscas-odores diferentes são correlacionadas entre si e são capazes de resgatar padrões ecológicos similares.

ÁREA DE ESTUDO

A coleta das abelhas Euglossini foi realizado no módulo do PPBio - Programa de Pesquisa em Biodiversidade instalado na Fazenda São Nicolau (09°52'24"S, 58°13'17"W), em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso, Brasil, em uma área de floresta Amazônica próxima ao rio Juruena (Figura 1). A propriedade possui uma área de 10.000 ha, sendo 2.500 ha de pastagem e reflorestamento e 7.500 ha de floresta nativa constituída por um estrato arbóreo, contendo um número expressivo de grandes espécies como o mogno *Swietenia macrophylla*, o jutaí *Hymenaea* sp., a castanheira *Bertholetia excelsa*, a jacareúba *Calophyllum brasiliensis* e o cedro *Cedrella odorata*, entre outros. A vegetação na região é caracterizada como floresta ombrófila aberta e densa, ou mata de terra firme, e possui a altura típica encontrada na Floresta Amazônica, com dossel variando de 25–30 m de altura (Veloso *et al.* 1991). O solo típico na região é o Argissolo Vermelho Amarelo, cuja área está inserida na unidade geomorfológica “Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional”, uma vasta superfície rebaixada com altitudes que variam de 200 m a 300 m (Brasil 1980). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é o tropical quente e úmido, com temperatura média de 24° C, umidade relativa do ar variando em torno dos 80%, precipitação anual média é de 2034 mm, com o período de estiagem de abril a setembro e o período chuvoso de outubro a março (INMET 2013).

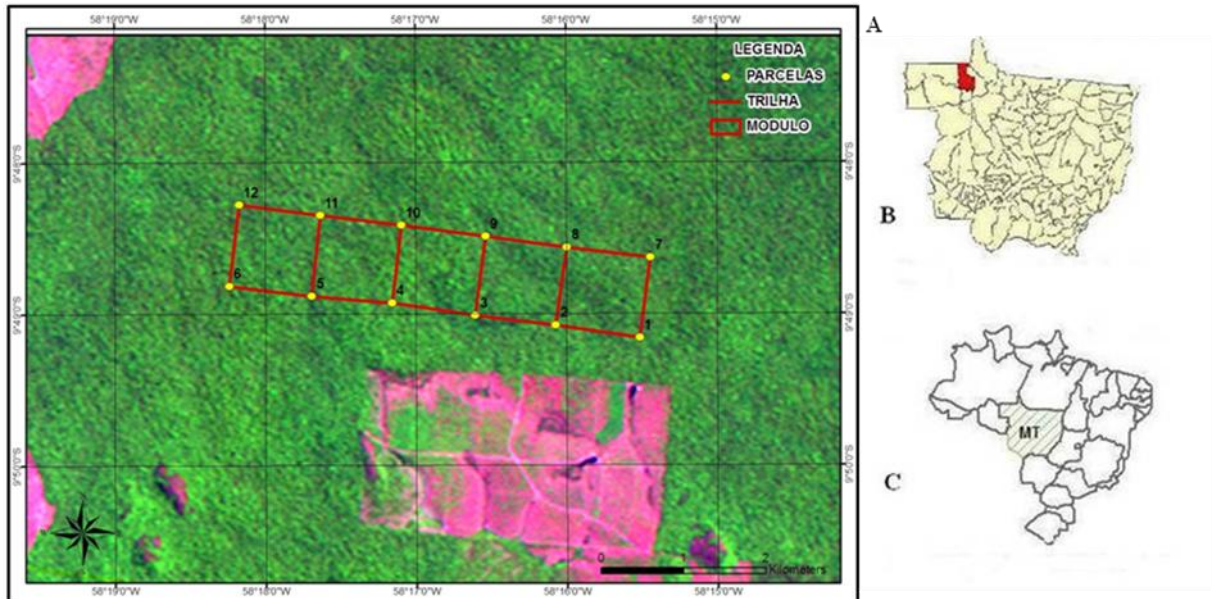


Figura 1. Localização do estado de Mato Grosso (C) município de Cotriguaçu, Mato Grosso (B) e da área amostral do PPBio (A). O retângulo vermelho representa o módulo amostral e os círculos amarelos indicam o início das parcelas. A região rosa representa a área sem floresta nativa, onde se localizam a sede da Fazenda São Nicolau e o reflorestamento.

Fonte: <http://ppbio.inpa.gov.br/sitios/sinop/infra/modcotri>

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento amostral

O Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) adota a metodologia denominada RAPELD, que permite estudos ecológicos rápidos (RAP) e, ainda, fornece estrutura para estudos ecológicos de longo prazo (PELD) (Costa e Magnusson 2010). Além disso, esta metodologia, implantada em diversas regiões da Amazônia brasileira, permite a comparação de dados de diferentes grupos taxonômicos de várias localidades (Costa e Magnusson 2010). O módulo instalado na área de floresta nativa na Fazenda São Nicolau é composto por seis trilhas de 1 km cada, no sentido Norte-Sul, e duas trilhas de 5 km cada, no sentido Leste-Oeste, espaçadas em 1 km, formando um retângulo de 5 km² (Figura 1). A cada quilômetro deste sistema foi instalada uma parcela permanente de 40 x 250 m, resultando em 12 parcelas terrestres (Figura 1). Cada parcela segue a curva de nível do terreno, de forma que

as variações internas de altitude sejam minimizadas.

Coleta das abelhas Euglossini

As coletas dos machos das abelhas-das-orquídeas foram realizadas durante cinco dias consecutivos, nos meses de outubro e dezembro de 2012, num total de dez dias de coleta. Foram utilizadas armadilhas confeccionadas com garrafas plásticas de dois litros, com três aberturas laterais, onde eram inseridos funis feitos com o gargalo das garrafas (Figura 2). A superfície interna dos funis foi lixada com lixa d'água nº 0, para que houvesse uma superfície áspera onde as abelhas pudessem pousar e adentrar nas armadilhas. No centro da armadilha, preso à tampa da garrafa, um arame liso foi instalado até a altura das aberturas laterais (aproximadamente 14 cm), no qual foi inserido um chumaço de algodão embebido com cerca de 15 gotas da substância pura utilizada como atrativo aos machos. No fundo da garrafa eram colocados aproximadamente 300 ml de água com uma gota de detergente neutro, para quebrar a tensão superficial da água.

As substâncias puras (iscas-odores) usadas como atrativo aos machos de Euglossini foram o acetato de benzila, o cinamato de metila, o cineol, o eugenol, o salicilato de metila e a vanilina. Um total de 144 armadilhas foi distribuído entre as 12 parcelas do módulo, cada parcela recebendo 12 armadilhas, das quais seis alocadas a 1,5 metros do solo e seis a partir de 15 metros de altura, e variando conforme a altura do dossel, mas distando entre si aproximadamente 40 metros. A sequência em que as armadilhas foram dispostas em cada estrato foi definida por sorteio, sendo em cada ponto dispostas armadilhas com substâncias atrativas diferentes no sub-bosque e no dossel. Todas as armadilhas foram dispostas à sombra para diminuir os efeitos da volatilidade das iscas-odores e permaneceram na floresta durante cinco dias consecutivos de amostragem em cada campanha. Todas as parcelas foram

percorridas diariamente e as abelhas capturadas eram removidas e as iscas-odores reabastecidas.

Os espécimes coletados foram identificados pelo especialista em Euglossini, professor Dr. Evandson Jose dos Anjos Silva (EJAS) e em parte depositados na coleção do Acervo Biológico da Amazônia Mato-grossense (ABAM), na Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus Sinop*, e na coleção de insetos do Laboratório de Abelhas e Vespas Neotropicais (LABEVE), da Universidade do Estado de Mato Grosso UNEMAT, *Campus Cáceres*, Mato Grosso. Adotamos, a partir daqui, as seguintes abreviações para os gêneros de Euglossini, *Eg.* = *Euglossa*; *El* = *Eulaema*; *Ef.* = *Eufriesea*; *Ex.* = *Exaerete*; *Ag.* = *Aglae*.

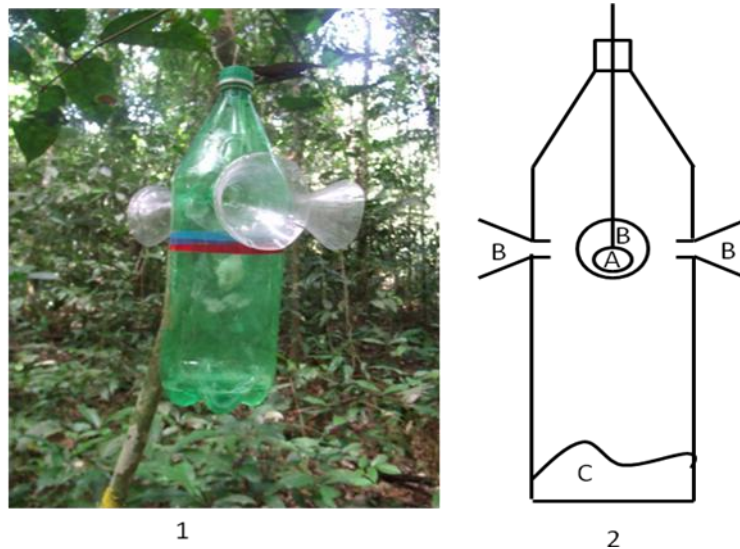


Figura 2. Modelo de armadilha usado para coleta de machos de abelhas Euglossini na Floresta Amazônica. 1. Armadilha colocada no sub-bosque. 2. A. Chumaço de algodão onde é colocada a substância pura. B. Funis confeccionados com gargalo de garrafa plástica. C. Água contendo uma gota de detergente neutro.

Análises estatísticas

O número de espécies e o número de indivíduos capturados foram comparados entre os dois estratos da floresta, sub-bosque e o dossel, e entre as iscas-odores empregadas, utilizando Análises de Variância (ANOVA). De forma complementar, a fim de se determinar a atratividade de espécies para iscas-odores individuais ou conjuntos de iscas-odores,

utilizamos curvas de acumulação de espécies, uma vez que estas permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar todas as espécies de um dado local (Legendre e Legendre 1998). Nesse contexto, utilizamos a rarefação de espécies coletadas pelo conjunto de todas as iscas-odores até o número de amostras de cada substância individual, ou de pares de iscas-odores somadas. Neste método o número estimado de espécies em uma amostra de n indivíduos representa a soma das probabilidades de que cada espécie seja incluída em uma amostra de tamanho n (Legendre e Legendre 1998). Logo, comparamos o número de espécies registradas utilizando as iscas-odores conjuntamente e o número de espécies registradas utilizando cada uma das substâncias puras em separado (24 réplicas), ou ainda duas substâncias puras combinadas (48 réplicas), por meio do método de rarefação. Posteriormente, para avaliar a diferença na composição de espécies em relação aos estratos e às iscas-odores, reduzimos a dimensionalidade dos dados de matrizes quantitativas e qualitativas utilizando o escalonamento multidimensional não-métrico (Non-metric Multidimensional Scaling - NMDS). Esse método de ordenação não preserva as distâncias da matriz original, apenas a relação de ordenamento entre os objetos (Legendre e Legendre 1998). Além disso, a técnica de ordenação NMDS é considerada o método mais robusto para identificar padrões em ecologia de comunidades (Gotelli e Elisson 2004). Os *singletons* (espécies de ocorrência única) e ainda armadilhas que coletaram apenas um ou dois indivíduos (*doubletons*) de uma mesma espécie foram excluídos das análises estatísticas acima descritas em razão da possibilidade existente de tais espécies representarem artefatos de amostragem (Novotný e Basset 2000).

Para testar a similaridade entre os grupos de espécies atraídos em cada tipo de substância pura utilizamos a Análise de Similaridade ANOSIM, com índice de Bray-Curtis para dados quantitativos e Jaccard para dados qualitativos. Esta análise testa se a similaridade faunística é menor *dentro* do que *entre* grupos de espécies definidos numa matriz (Legendre e

Legendre 1998). Como diversas análises foram feitas, empregamos a correção de *Bonferroni* no intuito de minimizar a probabilidade de erros do tipo I (Legendre e Legendre 1998). Para determinar se as comunidades atraídas por iscas-odores diferentes são capazes de resgatar padrões similares (i.e. são congruentes), foram utilizados testes de Mantel. Nesse caso não foi empregado o correção por *Bonferroni*, uma vez que é esperada *a priori* correlação. Também, a fim de determinar se as comunidades são realmente congruentes, usamos a porcentagem de explicação do teste de Mantel (r). Desta forma, partimos da premissa que comunidades associadas que obtenham um valor de associação (r) mais próximos a "1" têm taxas de *turnover* de espécies altamente correlacionadas entre si, enquanto comunidades com " r " mais próximos a 0, têm taxas de *turnover* pouco correlacionadas.

RESULTADOS

Descrição das comunidades de abelhas Euglossini na Floresta Amazônica em Cotriguaçu

Nas 144 armadilhas utilizadas para atrair os machos foram coletados 2.912 indivíduos de abelhas Euglossini, pertencentes aos cinco gêneros e distribuídos em 41 espécies (Tabela 1). As espécies mais abundantes foram *El. meriana* com 17,5% do total de espécimes coletados, seguido de *El. cingulata* com 13,2% e *Eg. iopyrrha* com 12,9% (Figura 3).

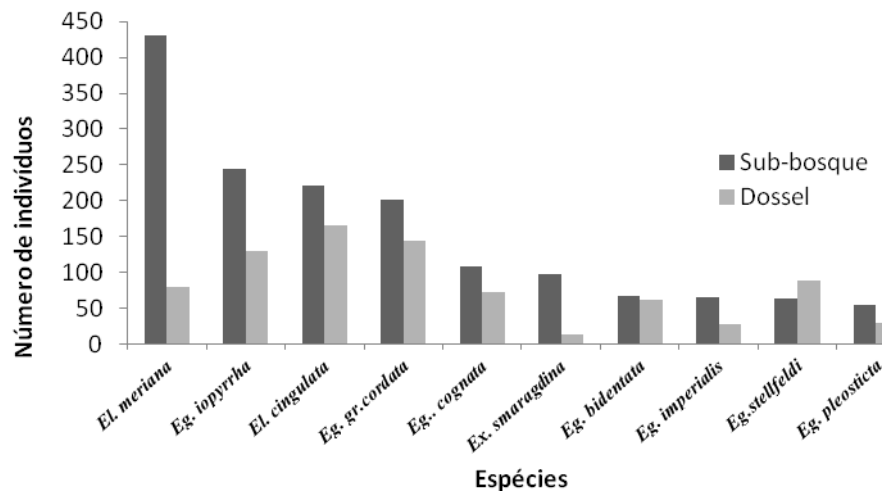


Figura 3. Dez espécies de abelhas Euglossini mais abundantes atraídas às iscas-odores acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila e vanilina no sub-bosque e no dossel da Floresta Amazônica nativa em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso.

O sub-bosque foi o local onde foi capturado o maior número de machos (ANOVA, $F_{1,142}=11,1$; $p<0,01$) (Tabela 2), sendo 64% dos exemplares coletados neste estrato. *El. meriana* (23,2%) e *Eg. iopyrrha* (13,1%) foram as espécies mais abundantes no sub-bosque e, em contrapartida, no dossel, *El. cingulata* (15,9%) representou a maior parte dos indivíduos capturados. Além de variar entre os estratos, a abundância de machos também foi diferente entre as iscas-odores (ANOVA, $F_{5,138}=31,45$; $p<0,001$) (Tabela 2). O salicilato de metila ($44,2$ média $\pm 29,3$ D.P.) e a vanilina ($36,2 \pm 16,2$) atraíram, em média, o maior número de machos. Quando comparada a abundância de cada uma das seis iscas-odores entre os estratos da floresta, o salicilato de metila foi a única substância pura que apresentou diferença significativa (ANOVA, $F_{5,132}=4,94$; *Bonferroni* $p<0,001$), sendo o sub-bosque, novamente, o local com maior abundância de machos (Figura 4).

Embora o número de machos de Euglossini tenha diferido entre os estratos, quando se compara o número relativo de espécies por parcela, não foi observado diferença entre o dossel e o sub-bosque (ANOVA, $F_{1,142}=3,34$; $p=0,06$) (Tabela 2). Das 41 espécies registradas, machos de 31 espécies estavam presentes nos dois estratos da vegetação. Machos de apenas

seis espécies, *Ag. caerulea*, *Eg. sp. 3*, *Eg. sp. 5*, *Eg. sp. 7*, *Eg. (Glossura) sp. 1* e *Ex. dentata*, ocorreram exclusivamente no sub-bosque, enquanto machos de quatro espécies foram registrados exclusivamente no dossel: *Ef. flaviventris*, *Ef. pulchra*, *Eg. analis* e *Euglosa sp. 2*. Dentre as espécies que ocorreram exclusivamente no dossel ou no sub-bosque, a maior parte teve ocorrência de apenas um indivíduo (*singletons*) exceto de *Eg. analis* (n=7), *Eg. sp. 7* (n=2) e *Ex. dentata* (n=2).

O número de espécies registradas também diferiu fortemente de acordo com a substância pura empregada (ANOVA, $F_{5,138}=31,45$; $p<0,001$) (Tabela 2). Além de atrair o maior número de machos, o salicilato de metila e a vanilina foram as iscas-odores mais efetivas para atração dos machos, em média, mais espécies registradas ($8,2 \pm 2,0$; $8,2 \pm 2,4$) por substância pura, respectivamente. Já o cinamato de metila e o eugenol atraíram machos de poucas espécies, em média, $2,9 \pm 1,5$ e $3,9 \pm 2,5$, respectivamente (Figura 5).

Tabela 2. Resultados da Análise de Variância: grau de liberdade (gl), valor do teste (F), e probabilidade (p) relacionado às diferenças no número de espécies e de machos de abelhas Euglossini entre os estratos da floresta, entre as substâncias puras, e na interação entre o sub-bosque e o dossel e as iscas-odores empregadas no estudo em Cotriguaçu, Mato Grosso.

VARIÁVEIS	Gl	F	p
Riqueza de espécies			
Entre estratos	1	3,3	0,06
Entre iscas-odores	5	31,4	<0,001
Interação entre estrato e isca	5	4,3	0,05
Abundância de machos			
Entre estratos	1	11,1	< 0,01
Entre iscas-odores	5	28,8	< 0,001
Interação entre estrato e isca	5	4,9	< 0,001

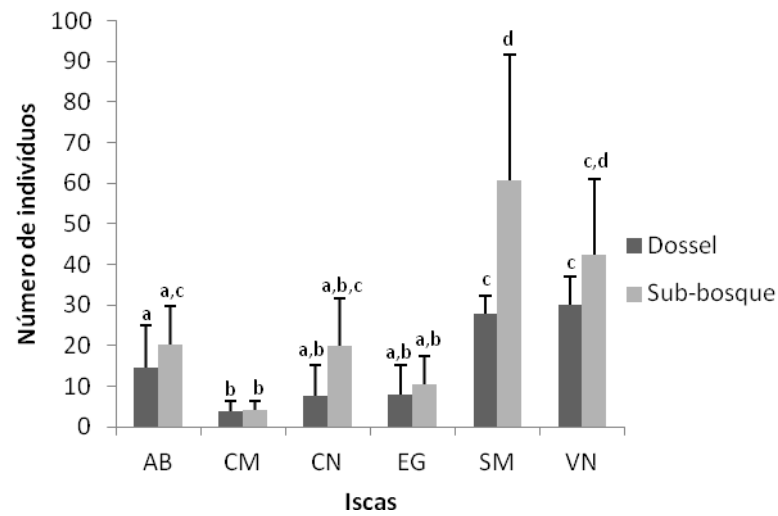


Figura 4. Média do número de machos de abelhas Euglossini atraídos por seis tipos de isclas-odores no sub-bosque e no dossel da Floresta Amazônica nativa em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso. AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença estatística usando correção pelo critério de *Bonferroni*.

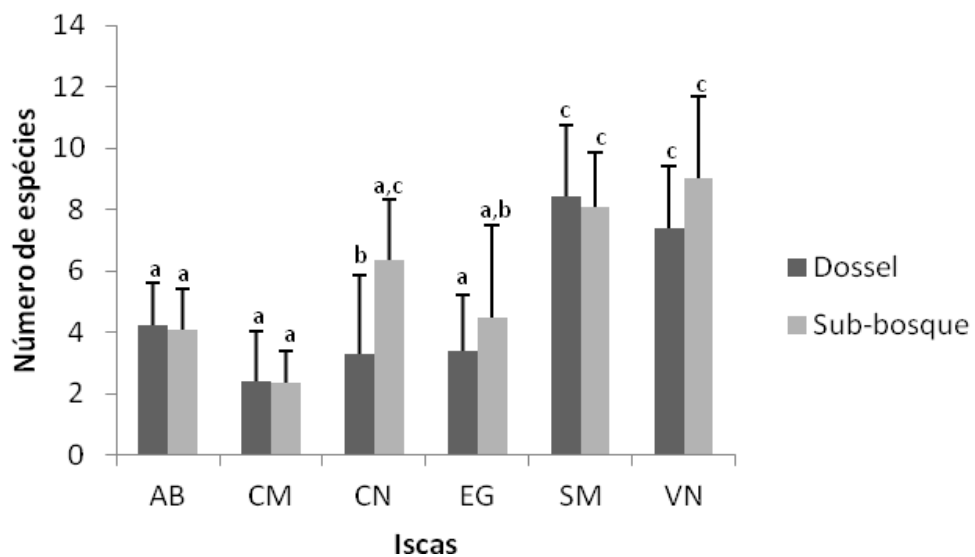


Figura 5. Média do número de espécies de abelhas Euglossini registradas em seis tipos de isclas-odores no sub-bosque e no dossel da Floresta Amazônica nativa em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso. AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferença estatística usando correção pelo critério de *Bonferroni*.

A curva de acumulação de espécies resultante da soma das 144 armadilhas utilizadas mostra que a curva não se estabilizou em 41 espécies (Figura 6). A rarefação, feita a partir das médias e desvios padrões da curva de acumulação de espécies, indica que, utilizando apenas uma substância pura (24 réplicas), o salicilato de metila se mostrou a única substância pura capaz de registrar um número próximo de espécies quanto o conjunto de todas as outras iscas-odores com o mesmo número de amostras (Figura 7). Quando combinado dois tipos de iscas-odores (48 réplicas), a curva de acumulação de espécies mostra que o salicilato de metila e a vanilina seriam capazes de atrair machos de tantas espécies quantas seriam registradas utilizando-se as seis iscas-odores concomitantemente (Figura 8).

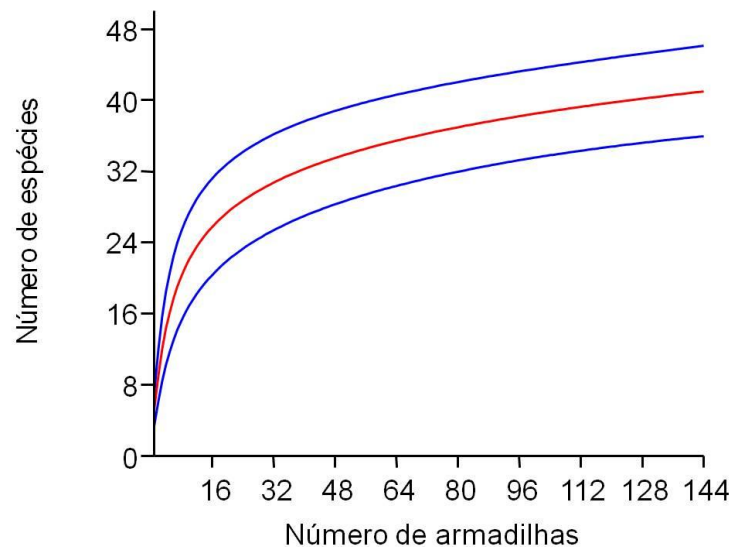


Figura 6. Curva do acúmulo de espécies esperada utilizando-se 144 armadilhas com seis tipos de iscas-odores: acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, eugenol, salicilato de metila e vanilina, no sub-bosque e no dossel da Floresta Amazônica nativa em Cotriguaçu, norte de Mato Grosso.

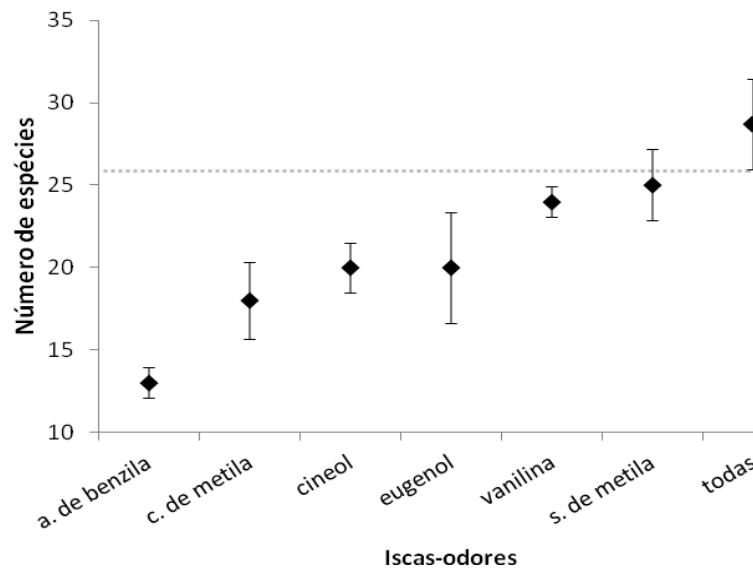


Figura 7. Número de espécies rarefeito até 24 amostras (\pm D.P.), registrado usando-se as seis iscas-odores, comparado com o número de espécies registradas utilizando cada uma das iscas-odores (24 réplicas) separadamente. O desvio padrão (D.P) apresentado em todos os casos foi obtido pelo método de ressampleio por bootstrap. A linha pontilhada aponta o valor mínimo do D.P. obtido pelo ressampleio de todas as amostras.

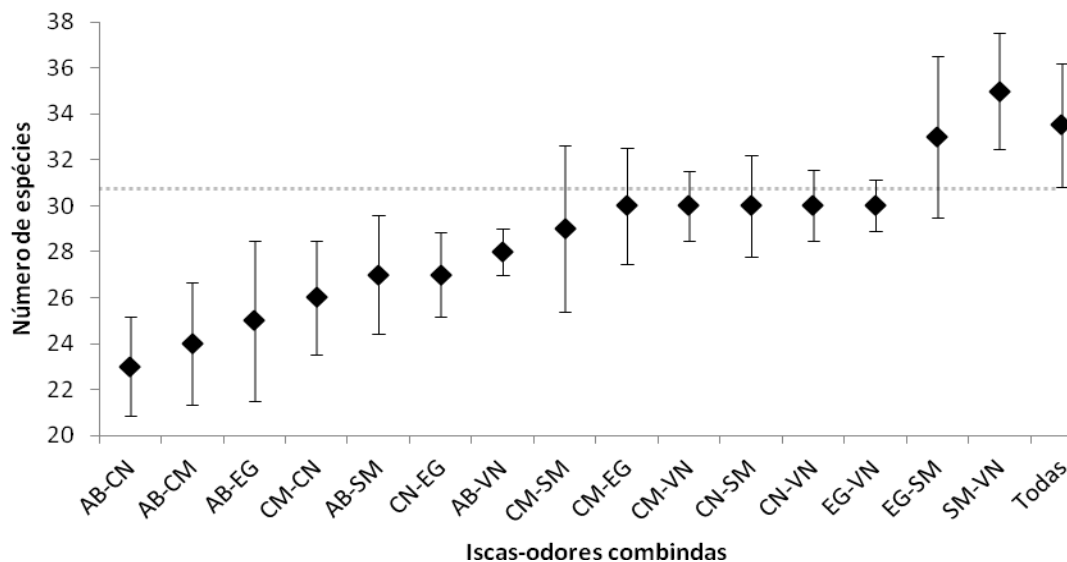


Figura 8. Número de espécies registrado usando-se todas as iscas-odores, rarefeito até 48 amostras (\pm D.P.), comparado com o número de total de espécies registrado utilizando duas iscas-odores combinadas (48 réplicas). O desvio padrão apresentado em todos os casos foi obtido pelo método de ressampleio por bootstrap. A linha pontilhada aponta o valor mínimo do D.P. dos valores encontrados para o uso de todas as iscas-odores. AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina.

Estrutura da comunidade

A análise da composição qualitativa de espécies de abelhas Euglossini, comparando as espécies presentes entre os estratos sub-bosque e dossel da floresta não apresentou diferenças significativas (ANOSIM, $R= 13,3$; $p>0,05$), uma vez que 75,6% das espécies foram registradas tanto no sub-bosque quanto no dossel. Do mesmo modo, quando analisados os dados da abundância de machos (composição quantitativa) na floresta não foram observadas diferenças (ANOSIM, $R= 21,4$; $p>0,05$). Isto ocorreu, principalmente, porque as espécies dominantes no sub-bosque também foram dominantes no dossel

Em comparações par-a-par de dados qualitativos, a maioria das iscas-odores atraiu composições de espécies similares entre os estratos sub-bosque e dossel (ANOSIM, $R<19,1$; *Bonferroni* $p>0,05$) (Tabela 3). Apenas o cineol atraiu machos de espécies diferentes entre o dossel e o sub-bosque (ANOSIM, $R=33,8$; *Bonferroni* $p=0,006$). Do mesmo modo, em comparações par-a-par de dados quantitativos, foi observado que, com exceção do salicilato de metila (ANOSIM, $R=38,6$; *Bonferroni* $p=0,03$) e cineol (ANOSIM, $R=63,1$; *Bonferroni* $p=0,006$), em todas as iscas-odores foram registradas composições de espécies muito similares entre o dossel e o sub-bosque (ANOSIM, $R< 39,1$; *Bonferroni* $p>0,05$) (Tabela 3). Assim, cada substância pura apresentou as mesmas espécies dominando o dossel e o sub-bosque (Tabela 1).

Quando analisados dados qualitativos e quantitativos, a composição das espécies de machos de Euglossini registradas em cada uma das iscas-odores foi diferente (Tabelas 4 e 5). É possível observar a formação de quatro grupos distintos na composição de espécies registradas pelas iscas-odores acetato de benzila, cineol, salicilato de metila e vanilina (Figuras 9 e 10). Estas quatro iscas-odores atraíram composições específicas com presença de espécies dominantes distintas e espécies que ocorreram exclusivamente em cada uma delas. Em contrapartida, o cinamato de metila e o eugenol atraíram machos de espécies que foram

apenas subconjuntos do que foi atraído pelas demais iscas-odores, sem espécies dominantes específicas.

Tabela 3. Resultado da Análise de Similaridade (ANOSIM) comparando a composição de espécies atraídas por cada tipo de isca em cada um dos estratos. Foram utilizados Jaccard para dados qualitativos e Bray-Curtis para dados quantitativos. A probabilidade de todas as comparações foi corrigido por *Bonferroni*.

VARIÁVEIS	p	R
Dados qualitativos		
Entre estratos		
Acetato de benzila	1	-0,017
Cinamato de metila	1	0,132
Cineol	0,007	0,339
Eugenol	0,891	0,191
Salicilato de metila	1	0,138
Vanilina	1	0,014
Dados quantitativos		
Entre estratos		
Acetato de benzila	0,211	0,261
Cinamato de metila	0,283	0,391
Cineol	0,006	0,631
Eugenol	0,798	0,248
Salicilato de metila	0,033	0,386
Vanilina	1	0,033

Tabela 4. Resultado da Análise de Similaridade (ANOSIM) comparando a composição qualitativa de espécies de machos de Euglossini atraídas por diferentes tipos de iscas-odores em cada um dos estratos da vegetação. A probabilidade de todas as comparações foi corrigido por *Bonferroni*.

VARIÁVEIS	Dossel		Sub-bosque	
	r	P	r	p
Entre iscas-odores				
AB:CM	0,848	0,007	0,553	0,007
AB:CN	0,058	0,007	0,875	0,007
AB:EG	0,750	0,007	0,654	0,007
AB:SM	0,992	0,007	0,938	0,007
AB:VN	0,829	0,007	0,834	0,007
CM:CN	0,448	0,119	0,416	0,013
CM:EG	0,79	0,007	0,261	1
CM:SM	0,794	0,007	0,78	0,007
CM:VN	0,777	0,007	0,777	0,007
CN:EG	0,665	0,007	0,694	0,007
CN:SM	0,810	0,007	0,861	0,007
CN:VN	0,763	0,007	0,914	0,007
EG:SM	0,782	0,007	0,755	0,007
EG:VN	0,281	0,013	0,475	0,007
SM:VN	0,884	0,007	0,963	0,007

AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina.

Tabela 5. Resultado da Análise de Similaridade (ANOSIM) comparando a composição quantitativa de espécies de machos de Euglossini atraídas por diferentes tipos de iscas-odores em cada um dos estratos da vegetação. A probabilidade de todas as comparações foi corrigido por *Bonferroni*.

VARIÁVEIS	Dossel		Sub-bosque	
	r	p	r	p
Entre iscas-odores				
AB:CM	0,937	0,013	0,926	0,006
AB:CN	0,958	0,006	0,892	0,006
AB:EG	0,898	0,006	0,912	0,006
AB:SM	0,997	0,006	0,985	0,006
AB:VN	0,913	0,006	0,744	0,006
CM:CN	0,542	0,019	0,673	0,006
CM:EG	0,886	0,006	0,594	0,006
CM:SM	0,990	0,006	0,993	0,006
CM:VN	0,979	0,006	0,992	0,006
CN:EG	0,686	0,013	0,938	0,006
CN:SM	0,983	0,006	0,772	0,006
CN:VN	0,935	0,006	0,954	0,006
EG:SM	0,933	0,006	0,975	0,006
EG:VN	0,636	0,006	0,800	0,013
SM:VN	0,982	0,006	0,990	0,006

AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina.

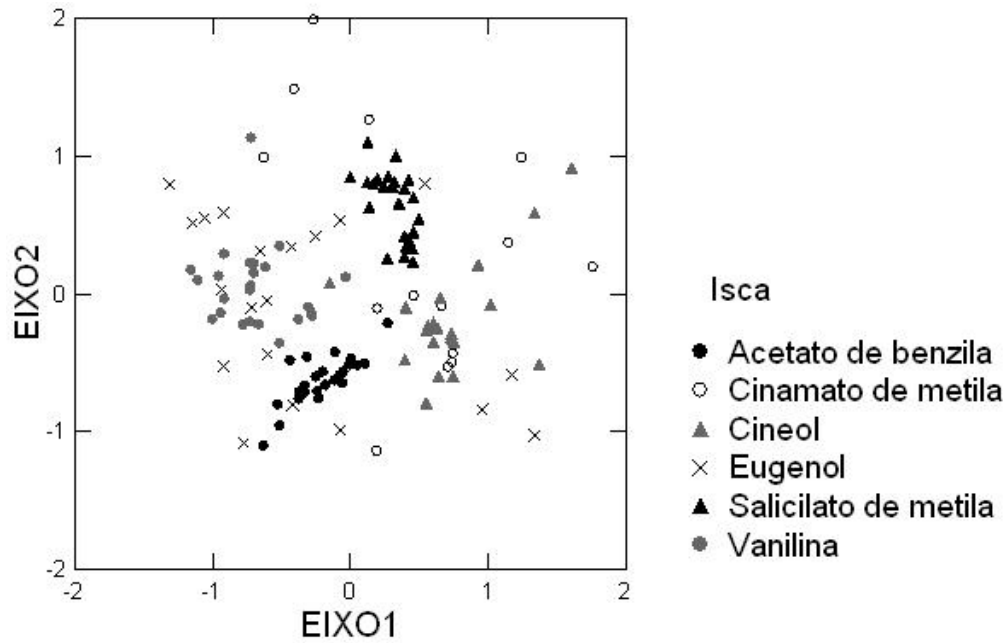


Figura 9. Composição quantitativa de espécies de abelhas Euglossini resumida por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) coletada com seis tipos de iscas-odores, em uma área de mata nativa no município de Cotriguaçu, MT

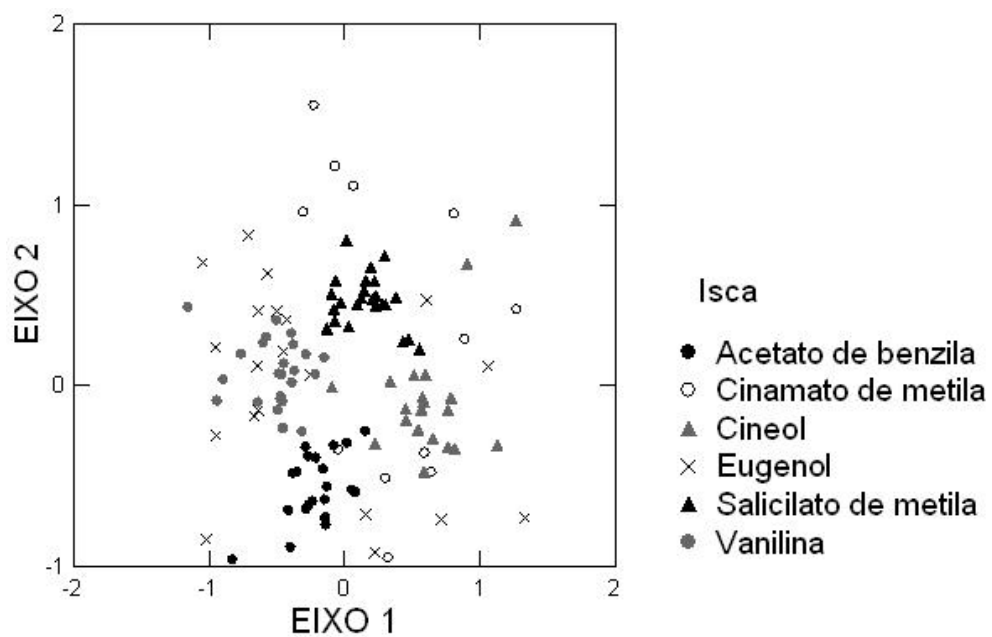


Figura 10. Composição qualitativa de espécies de abelhas Euglossini resumida por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) coletada com seis tipos de iscas-odores, em uma área de mata nativa no município de Cotriguaçu, MT.

A vanilina atraiu 29,8% do total de indivíduos coletados com 22 espécies pertencentes aos gêneros *Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea* (Tabela 1). *Eg. pleosticta* foi a espécie dominante, sendo 87,9% dos seus indivíduos atraídos por esta isca, seguido de *Eg. gr. cordata* (86,5%) e *Eg. stellfeldi* (82,1%). Adicionalmente, vanilina foi a única isca capaz de atrair espécies como *Ef. superba* (n= 18), *Ef. surinamensis* (n=4) e *Eg. sp. 5* (n= 1).

O salicilato de metila atraiu 26 espécies totalizando 36,5% do total de indivíduos coletados (Tabela 1). *Eg. iopyrrha* foi uma das espécies dominantes com 92,3% dos espécimes atraídos por esta isca, sendo que 66,5% estavam no sub-bosque e 33,5% no dossel. Outra espécie dominante neste tipo de atrativo foi *Eg. cognata* que apesar de ter sido coletada em outras iscas-odores teve 95,5% dos indivíduos atraídos por salicilato de metila, estando presente em todos os locais de coleta, e em ambos os estratos (66,5% no sub-bosque e 33,5% no dossel). *El. bombiformis* e *Eg. imperialis* tiveram respectivamente 79% e 87,1% dos espécimes atraídos por esta isca, com a maior porcentagem destes ocorrendo no sub-bosque (81,6% *El. bombiformes* e 69,1% *Eg. imperialis*). Três espécies foram, exclusivamente, atraídas ao salicilato de metila, *Ef. flaviventris*, *Ef. pulchra*, *Eg. sp. 2*, todas com apenas uma ocorrência.

O acetato de benzila atraiu 14,3% do total de indivíduos distribuídos em 12 espécies e três gêneros (Tabela 4). *El. moczaryi* com 67,6% e *El. cingulata* com mais de 50% de seus indivíduos atraídos por esta isca, foram as mais abundantes. Apenas *Eg. sp. 1* foi atraída unicamente por esta isca.

Apesar de atrair 20 espécies, o cineol atraiu apenas 10,4% do total de indivíduos (Tabela 1). A maior abundância neste tipo de isca foi de *El. nigrita* (82,9% de todos os indivíduos coletados nessa isca), seguido de *Eg. intersecta* (75%) e *Ex. smaragdina* (73,9 %). *El. nigrita* e *Ex. smaragdina* ocorreram com frequência tanto no dossel quanto no sub-bosque. No entanto, para cineol *El. nigrita* foi mais abundante no dossel, enquanto *Ex. smaragdina* foi

mais abundante no sub-bosque. *Eg. intersecta* foi mais frequente no sub-bosque, com apenas uma ocorrência no dossel para cineol. A única espécie capturada exclusivamente por cineol foi *Eg. (Glossura) sp. 1*.

O eugenol e o cinamato de metila, apesar de atraírem 20 e 18 espécies, respectivamente, coletaram menos de 10% dos indivíduos juntas, não havendo nenhuma espécie dominante. As espécies coletadas por estas duas iscas-odores são subconjuntos do que foi coletado pelas demais. Porém, algumas espécies foram exclusivas para essas iscas-odores como *Eg. sp. 3* para eugenol e *Ag. caerulea*, para cinamato de metila.

A maior parte das iscas-odores utilizadas neste estudo atraíram composições específicas, tanto quando observada a distribuição de dominância, quanto à composição qualitativa. Estes grupos de espécies, no entanto, não se mostraram correlacionados entre si, na maioria dos casos. Quando os pares de iscas-odores coletados nas mesmas parcelas mostraram composições de espécies correlacionadas, o ajuste da correlação de Mantel foi sempre abaixo de 30%. Quando analisados dados quantitativos as iscas-odores cujas composições de Euglossini atraídos apresentaram correlação entre si foram, acetato de benzila e vanilina (Bray-Curtis; Mantel, $r=18,5$; $p=0,03$), salicilato de metila e vanilina (Bray-Curtis; Mantel, $r=0,289$; $p=0,0008$), cinamato de metila e vanilina (Bray-Curtis; Mantel, $r=0,168$; $p=0,01$), salicilato de metila e cineol (Bray-Curtis; Mantel, $r=0,166$; $p=0,05$), cinamato de metila e eugenol (Bray-Curtis; Mantel, $r=0,155$; $p=0,02$), cinamato de metila e cineol (Bray-Curtis; Mantel, $r=0,316$; $p<0,0001$). Entretanto, para dados qualitativos em apenas três casos se observou correlação (salicilato de metila e vanilina (Jaccard; Mantel, $r=0,265$; $p=0,003$), salicilato de metila e eugenol (Jaccard; Mantel, $r=0,213$; $p=0,01$), cinamato de metila e cineol (Jaccard; Mantel, $r=0,268$; $p=0,0002$).

Tabela 1. Espécies de abelhas Euglossini coletadas em seis tipos de iscas-odores em dois estratos da vegetação em área de mata nativa em Cotriguaçu, Mato Grosso, Brasil.

Espécies de Euglossini	Sub-bosque							Dossel							Total
	VN	SM	AB	EG	CN	CM	total	VN	SM	AB	EG	CN	CM	total	
<i>Aglae caerulea</i> Lepeletier & Serville, 1825	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	0	1
<i>Eufriesea eburneocincta</i> (Kimsey, 1977)	-	1	-	-	-	-	1	2	12	-	-	-	1	15	16
<i>Eufriesea flaviventris</i> (Friese, 1899)	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	1	1
<i>Eufriesea fragrocara</i> (Kimsey, 1977)	13	-	-	-	-	7	20	15	-	-	-	-	6	21	41
<i>Eufriesea mariana</i> (Mocsáry, 1896)	-	2	-	-	1	-	3	2	13	-	-	2	2	19	22
<i>Eufriesea ornata</i> (Mocsáry, 1896)	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	3
<i>Eufriesea pulchra</i> Smith, 1854	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	1	1
<i>Eufriesea superba</i> (Hoffmannsegg, 1817)	8	-	-	-	-	-	8	10	-	-	-	-	-	10	18
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	2	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	4
<i>Euglossa analis</i> Westwood, 1840	-	-	-	-	-	-	0	-	2	-	5	-	-	7	7
<i>Euglossa bidentata</i> Dressler, 1982	30	15	-	22	-	-	67	23	13	-	21	4	-	61	128
<i>Euglossa cognata</i> Moure, 1970	3	104	-	-	1	-	108	3	68	-	1	-	-	72	180
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	6	-	-	-	-	-	6	2	9	-	-	-	-	11	17
<i>Euglossa iopyrrha</i> Dressler, 1982	8	230	-	7	-	-	245	3	116	-	9	-	2	130	375
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	47	-	-	1	6	-	54	26	-	-	2	-	1	29	83
<i>Euglossa</i> sp. 1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	3	4
<i>Euglossa</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	1	1
<i>Euglossa</i> sp. 3	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0	1
<i>Euglossa</i> sp. 4	1	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	1	3
<i>Euglossa</i> sp. 5	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0	1
<i>Euglossa</i> sp. 7	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0	2
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	14	-	-	14	11	-	39	9	-	-	2	3	-	14	53
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1995	8	-	-	1	1	-	10	2	-	7	-	1	1	11	21
<i>Euglossa viridis</i> (Perty, 1833)	-	1	-	-	-	-	1	-	9	-	-	-	2	11	12
<i>Euglossa chalybeata</i> Friese, 1925	5	25	5	7	3	9	54	2	5	2	-	3	4	16	70
<i>Euglossa ignita</i> (Smith, 1874)	1	9	3	2	6	-	21	-	3	4	-	2	-	9	30
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell, 1922	-	56	-	1	9	-	66	-	25	-	-	1	1	27	93

Continuação Tabela 1.

<i>Euglossa (Glossura) sp. 1</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	0	1
<i>Euglossa stellfeldi</i> Moure, 1947	54	-	4	4	1	-	63	70	3	4	10	1	-	88	151
<i>Euglossa intersecta</i> Latreille, 1838	-	-	-	-	8	3	11	-	1	-	-	1	-	2	13
<i>Euglossa gr. cordata</i>	174	3	-	10	13	1	201	116	-	-	15	5	-	136	337
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	88	-	110	20	1	2	221	58	1	92	12	3	-	166	387
<i>Eulaema mocsaryi</i> (Friese, 1899)	6	2	22	2	-	-	32	9	-	26	4	-	-	39	71
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	3	1	-	-	13	-	17	-	2	-	-	21	1	24	41
<i>Eulaema bombiformis</i> (Packard, 1869)	1	40	2	-	4	-	47	1	9	2	-	1	2	15	62
<i>Eulaema meriana</i> (Olivier, 1789)	34	220	84	-	84	9	431	5	35	30	-	7	3	80	511
<i>Eulaema polyzona</i> (Mocsáry, 1897)	-	9	6	-	-	-	15	-	-	4	-	-	-	4	19
<i>Exaerete dentata</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	0	2
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin, 1845)	-	6	-	-	3	-	9	-	4	1	-	-	-	5	14
<i>Exaerete guaykuru</i> Anjos-Silva & Rebêlo, 2006	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	3	4
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin-Méneville, 1845)	-	2	5	10	72	8	97	-	1	-	2	10	1	14	111
Número de indivíduos	508	727	242	107	239	40	1863	361	335	175	84	65	29	1.049	2.912
Número de espécies	22	18	10	18	19	8	37	20	23	11	12	15	14	35	41

AB= acetato de benzila; CM= cinamato de metila; CN= cineol; EG= eugenol; SM= salicilato de metila; VN= vanilina.

DISCUSSÃO

A quantidade e qualidade dos recursos disponíveis para artrópodes herbívoros (folhas jovens, flores, frutos e sementes) são diferentes entre o sub-bosque e o dossel (Lawton 1983). Integralmente, isto resulta em uma maior abundância e diversidade de artrópodes no dossel, bem como a ocorrência de espécies especializadas neste estrato (*e.g.* Basset et al. 1992; Basset 2001). Em nossa área de estudo, as orquídeas ocorrem prioritariamente no dossel, com poucos indivíduos e espécies ocorrendo no sub-bosque (obs. pess.). Os compostos empregados como iscas-odores em nosso estudo são similares aos metabólitos atrativos produzidos por orquídeas (Gerlach e Schill. 1991). Deste modo, esperávamos que as abelhas da tribo Euglossini apresentassem maior riqueza e abundância no dossel, visto que grande parte da biomassa de orquídeas se encontra nesse estrato (Freiberg 1996; Kersten e Silva 2002). Contudo, em nosso estudo, assim como em outros estudos de estratificação vertical com abelhas Euglossini (Roubik 1993; Oliveira e Campos 1996; Martins e Souza 2005), o sub-bosque foi o estrato com maior abundância, enquanto a riqueza foi praticamente a mesma nos dois estratos (Roubik 1993; Oliveira e Campos 1996).

Sabe-se que algumas espécies de Euglossini podem ser atraídas para fontes aromáticas não florais, tais como madeiras podres, frutas em decomposição, troncos de árvores e fezes (Eltz et al. 1999). A quantidade de fontes não florais presentes no sub-bosque da floresta pode variar de acordo com a época do ano, de modo que a maior abundância ocorre durante a estação chuvosa, pois com o aumento da temperatura e umidade os processos de decomposição são acelerados (Sariyildiz et al. 2005). Também é durante a estação quente e úmida que as abelhas Euglossini são mais abundantes e ativas na busca por parceiros coespecíficos (Roubik e Hanson 2004). Os machos de algumas espécies de Euglossini apresentam um padrão de comportamento de exibição para atração de fêmeas durante o

processo de reprodução. Os locais escolhidos pelos machos para exibição, geralmente estão de 1,5 a 4 metros acima do solo (Dressler 1982). Assim, mesmo com a maior parte das orquídeas estando presentes no dossel da floresta, a associação de fatores como o aumento na disponibilidade de recursos não florais no chão da floresta assim como a procura por fêmeas nos sítios de acasalamento, podem ser mais determinantes na distribuição dos indivíduos entre os estratos da vegetação, fazendo com que o sub-bosque apresentasse a maior abundância.

Dentre as poucas espécies que apresentaram alta representatividade (mais de 50% de ocorrência) no dossel, apenas *Ef. eburneocincta* (93,7% das ocorrências no dossel) e *Ef. mariana* (86%) são abelhas de médio a grande porte (14 a 26 mm de comprimento) (Kimsey 1982). Além das espécies supracitadas, *Eg. analis* (100% das ocorrências no dossel) e *Eg. viridis* (91,6%), abelhas de pequeno porte (<10 mm), também ocorreram em maior abundância no dossel do que no sub-bosque. Esta característica contrasta com a tendência encontrada por Roubik (1993) de que as Euglossini de grande porte teriam a tendência em forragear no dossel enquanto as pequenas estariam mais restritas ao sub-bosque. A diferença entre os resultados deste estudo com os da literatura sugere que talvez o uso preferencial de um ou outro estrato não esteja relacionado com o tamanho corpóreo, e sim com outros fatores, como a disponibilidade de recurso. Uma segunda hipótese é que o uso diferente do espaço seja característico das espécies que compõe cada comunidade estudada. Logo, diferentes comunidades podem, intrinsecamente, apresentar diferenças na segregação de espécies entre dossel e sub-bosque de forma independente de qualquer fator estruturante externo. Mais estudos focando a heterogeneidade devem ser feitos em outros locais a fim de que possamos testar essa hipótese.

Independente do padrão espacial, o tipo de isca se mostrou extremamente importante na captura dos padrões para a diferenciação da comunidade e da diversidade local. O número de indivíduos e espécies atraídos em cada tipo de isca pode refletir padrões de emergência, e

pode ainda, estar diretamente correlacionado com a visitação de fontes naturais (Ackerman 1983a). Certas substâncias puras podem estar presentes, mesmo que em pequenas porcentagens, na composição química de diversas espécies florais (Gerlach e Schill 1991) de modo que algumas substâncias puras como acetato de benzila, beta-ionona, cineol, eugenol, cinamato de metila, salicilato de metila, escatol, e vanilina são considerados bons atrativos para a maioria das espécies de Euglossini (Dodson *et al* 1969; Dressler 1982). Dentre esses compostos, cineol tem sido citado em vários trabalhos para Amazônia e América Central como sendo a substância mais atrativa para diversas espécies e na captura de mais indivíduos (Janzen *et al.* 1982; Ackerman 1983a; Becker *et al.* 1991; Morato *et al.* 1992; Oliveira e Campos 1996). Esta atratividade pode variar geograficamente ou sazonalmente para algumas espécies de Euglossini (Janzen *et al.* 1982; Roubik e Ackerman 1987; Santos e Sofia 2002). Em nosso trabalho, cineol foi apenas a terceira isca-odor mais atrativa depois de salicilato de metila e vanilina.

Comunidades de abelhas Euglossini que apresentam maior riqueza consistem de aproximadamente 50 espécies (Roubik e Hanson 2004). Em nosso estudo, a utilização de 24 réplicas de cada uma das seis iscas-odores empregadas possibilitou a coleta de 41 espécies, demonstrando que o método utilizado foi eficaz para representar a fauna de abelhas Euglossini dessa localidade, mesmo não sendo observada a estabilização da curva de coletor. No entanto, constatamos que a utilização de apenas uma isca-odor, como salicilato de metila, ou mesmo duas iscas-odores combinadas como salicilato de metila e vanilina também seriam capazes de capturar machos de tantas espécies quanto o que seria capturados utilizando-se todas iscas-odores conjuntamente. Assim, se a intenção for apenas de obter um *checklist* de espécies local, com o menor esforço amostral possível, a associação das iscas-odores vanilina e salicilato de metila podem ser extremamente efetivas.

Para a maioria das iscas-odores, com exceção de salicilato de metila e cineol, as composições de espécies foram similares entre os estratos. O acetato de benzila, o cineol, o salicilato de metila e a vanilina atraíram grupos de machos com composições de espécies diferentes entre si. A existência de espécies mais atraídas por determinadas iscas-odores sugere a existência de uma comunidade compartimentalizada. A compartimentalização ocorre dada a existência de subconjuntos de interações entre plantas e animais, com espécies que interagem mais entre si dentro de um subconjunto do que com espécies de outros subconjuntos (Lewinsohn 2006). Em nosso estudo houve a formação de subconjuntos de espécies que interagiram mais com determinadas iscas-odores do que com outras. Logo, por inferência, espécies que interagiriam mais com algumas plantas que outras.

No entanto, para que exista a distribuição compartimentada de espécies é necessário que a maioria, senão todas as espécies, tenham algum grau de especialização (Lewinsohn 2006). Como as fragrâncias disponíveis no habitat natural provavelmente são muito escassas (Eltz et al. 1999), os machos de Euglossini alocam muito tempo e energia para aquisição destes compostos, tornando-se agressivos durante a competição por fontes naturais de fragrâncias (Janzen 1981). Portanto, a especialização na coleta de determinadas iscas-odores, poderia diminuir os gastos energéticos com forrageamento e competição interespecífica.

Uma consequência da atração de comunidades diferentes utilizando iscas-odores diferentes é a captura de diferentes padrões ecológicos dependendo do método empregado. Em nosso estudo, o salicilato de metila, a vanilina, o acetato de benzila e o cineol atraíram subcomunidades diferentes dentro da comunidade local de abelhas. A formação de subcomunidades em cada uma das iscas-odores ocorreu porque muitas espécies, dentre elas as dominantes e as de ocorrência única, foram diferentes entre as iscas-odores. Estudos realizados com comunidades de Euglossini de fato empregam muitas iscas-odores, mas não levam em consideração as singularidades de cada isca-odor (*e.g.* Martins e Souza 2005;

Ferreira et al. 2011), e as subcomunidades por elas atraídas. Mesmo quando muitas iscas-odores são utilizadas conjuntamente, é preciso que se reconheçam as espécies especializadas em cada uma delas. Uma determinada subcomunidade pode se apresentar estruturada diferentemente de outras. Um exemplo claro em nosso estudo é que as subcomunidades atraídas às substâncias puras salicilato de metila e cineol, além de serem distintas das subcomunidades atraídas por outras iscas-odores, também foram diferentes entre os estratos. Estudos demonstram que as comunidades de Euglossini apresentam variações contrastantes na riqueza, abundância ou diversidade de espécies em relação aos efeitos de borda, tamanho e distância entre fragmentos (Powell e Powell 1987; Becker 1991; Tonhasca et al. 2002; Nemésio e Silveira 2006; Brosi 2009; Ramalho et al. 2013). Em geral, estes trabalhos utilizam mais de um tipo de isca-odor para atrair os machos da comunidade de Euglossini, porém, nos resultados a comunidade local engloba machos de espécies atraídas em todas as iscas-odores conjuntamente (Becker 1991; Tonhasca et al. 2002; Nemésio e Silveira 2006, 2007; Ramalho et al. 2009, 2013).

Em nosso estudo, constatamos que as iscas-odores podem atrair subcomunidades diferentes e que, além disso, na maioria dos casos elas não estão correlacionadas entre si. Quando há correlação entre as comunidades atraídas por diferentes iscas-odores, esta é muito baixa, não podendo nenhuma delas ser utilizada como um indicador da presença ou abundância de qualquer outra (ecological surrogate), não sendo matematicamente ou biologicamente relevante para esse fim. Esses resultados são típicos de quando se emprega iscas atrativas, e não métodos para a captura passiva ao se determinar a comunidade. Iscas atrativas necessariamente capturam organismos dependentemente da atratividade, da capacidade sensorial do atraído ou da facilidade em capturar uma dada espécie.

Um procedimento usual, quando se emprega muitas iscas-odores diferentes é a soma dos machos atraídos pelas iscas-odores. Porém, a soma de muitas comunidades (iscas-odores)

com abundâncias tão diferentes pode ser também problemática. Isso porque a isca-odor que atrai a comunidade com espécies mais abundantes irá dominar o padrão da comunidade somatória, obliterando qualquer padrão apresentado pelas subcomunidades que tenham espécies com menor abundância. Logo, caso essa espécie abundante responda a um determinado padrão ecológico, esta terá uma forte influência sobre o padrão geral da comunidade ao se analisar a estrutura da comunidade focando dados quantitativos.

Uma opção para se entender padrões gerais seria usar o tipo de isca como um fator nas análises estatísticas (p. ex. fator aleatório, bloco). Embora esse procedimento pareça não ser tão comum na literatura, há exemplos disso (*e.g.* Brosi 2009) e como vimos em nossos resultados, isso se torna imprescindível. No estudo de Brosi (2009) fica claro que as subcomunidades atraídas por cineol e salicilato de metila reagem de forma contrastante a fatores ecológicos como o tamanho da borda de um fragmento. Outra opção seria que ao somar as espécies seja feita, previamente, uma padronização por isca, deixando todas as comunidades com o mesmo número de indivíduos. Esse procedimento diminuiria a influência da isca-odor mais atrativa ou da espécie mais "capturável", mas aumentaria a influência das espécies mais generalistas, que podem estar em mais de uma isca.

Portanto, quando não consideramos as diferentes subcomunidades existentes em cada tipo de isca-odor, ou usamos apenas um tipo de isca-odor para descrever padrões de mudanças entre comunidades, podemos chegar a conclusões errôneas acerca de como os indivíduos reagem após eventos de perturbação no ambiente. Estudos visando a determinação de padrões ecológicos têm de deixar claro o universo amostral que se emprega, limitando o poder de inferência para comunidades específicas atraídas pelas iscas-odores empregadas.

CONCLUSÃO

As abelhas Euglossini, de modo geral, apresentaram-se distribuídas em ambos os estratos da vegetação, sendo o sub-bosque o local de maior abundância quando comparado ao dossel. O tipo de substância pura empregada se mostrou extremamente importante para diferenciação da comunidade e da diversidade específica local de abelhas. O maior número de indivíduos das espécies foi atraído ao salicilato de metila e à vanilina; no entanto, machos de algumas espécies, aqui consideradas raras, foram atraídas apenas às iscas-odores que exerceram menor atração. As comunidades de Euglossini atraídas pelas iscas-odores acetato de benzila, cineol, salicilato de metila e vanilina, apresentaram composições de espécies diferentes entre si, formando subcomunidades distintas de abelhas. Além da diferença na composição, as comunidades de Euglossini não se mostraram correlacionadas entre si e não respondem da mesma forma aos fatores ecológicos que as mantêm na floresta.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, à Universidade Federal de Mato Grosso, à ONF – Brasil, aos funcionários da Fazenda São Nicolau, pela logística de campo. Ao professor Domingos de Jesus Rodrigues, pelo apoio logístico por meio do projeto do CNPq (Proc. nº 558225/2009-8. Ao IBAMA e ICMBio, por fornecer a licença (#12778) a EJAS, para amostrar a área. EJAS teve suporte da FAPEMAT (Proc. nº 737955/2008; and 258060/2010). Aos professores Rafael Soares Arruda, Gustavo Canale e Marliton Rocha Barreto e Leandro Battirola pelas contribuições na correção do texto. Publicação nº xxx ABAM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, J. D. (1983a) Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. *Ecology* 64 (2), 274-283.
- Ackerman, J. D. (1983b) Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. *Biol. J. Linn. Soc* 20, 301-314.
- Ackerman, J. D. (1983c) Euglossini bee pollination of orchid, *Cochleanthes lipsicombiae*: a food source mimic. *Am. J. Bot.* 70 (6), 830-834.
- Ackerman, J. D. (1985) Euglossine bees and their nectar hosts, in: D'Arcy, W. G. , Correa, M. D. (Eds.), *The botany and natural history of Panama – La botanica e historia natural de Panama*, St. Louis, Missouri Botanical Garden, pp. 225-233.
- Ackerman, J. D. (1989) Geographic and seasonal variation in fragrance choices and preferences of male euglossine bees. *Biotropica* 21 (4), 340-347.
- Basset, Y. (2001) Invertebrates in the canopy of tropical rain forests: How much do we really know? *Plant Ecol.* 153, 87-107.
- Basset, Y., Aberlenc, H. P., Delvare, G. (1992) Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. *Ecol. Entomol.* 17, 310-318.
- Becker, P. Moure, J. S., Peralta, F. A. (1991) More about Euglossinae bees in amazonian forest fragments. *Biotropica*, 23 (4b), 586-591.
- Brasil (1980) Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 21 - Juruena. Rio de Janeiro: MMESG, 460 p.
- Brosi, J. B. (2009) The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biol. Conserv.* 142, 414-423.
- Costa, F. R. C., Magnusson, W. E. (2010) The Need for Large-Scale, Integrated Studies of Biodiversity - the Experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Braz. J. Nature Conserv.* 8, 3-12.
- Dodson, C. H. (1975) Coevolution of orchids and bees, in: Gilbert, L. E., Raven, P. H. (Eds.), *Coevolution of Animal and Plants*. University of Texas Press, pp. 91-99.
- Dodson, C. H., R. L. Dressler, H. G. Hills, R. M. Adams, Williams, N. H. (1969) Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science*, 164,1243-1249.
- Dressler, R. L. (1967) Why do euglossine bees visit orchid flowers? *Atas Simp. Biota Amaz.* 5 (Zoologia), 171-180.
- Dressler, R. L. (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13, 373-394.

- Eltz T., Whitten W. M., Roubik, D. W., Linsenmair, K. E. (1999) Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. *J. Chem. Ecol.* 25,157-176
- Fearnside, P. M. (2005) Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates and Consequences. *Conserv. Biol.* 19, 680-688.
- Ferreira, M. G., Pinho, O.C., Balestieri, J. B. P., Faccenda, O. (2011) Fauna and Stratification of Male Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae) and their Preference for Odor Baits in a Forest Fragment. *Neotrop. Entomol.* 40(6), 639-646.
- Freiberg, M. (1996) Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica* 28, 345-355.
- Gerlach, G., Schill, R. (1991) Composition of orchid scents attracting euglossine bees. *Bot. Acta* 104, 379-391.
- Gotelli, N. J., Ellison, A. M. (2004) *A Primer of Ecological Statistics*. Sunderland: Sinauer Associates, 510 p.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia [online] <http://www.inmet.gov.br> (acessado em 12 de agosto de 13).
- Janzen, D. H. (1981) Bee arrival at two Costa Rican female *Catsetum* orchid inflorescences, and a hypothesis on euglossine population structure. *Oikos* 36, 177-183.
- Janzen, D. H., Devries, P. L., Higgins, M. L. Kimsey, L. S. (1982) Seasonal and site variation in Costa Rica euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. *Ecology* 63 (1), 66-74.
- Kersten, R. A., Silva, S. M. (2002) Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 25, 259-267.
- Lawton, J. H. (1983) Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 28, 23-29.
- Legendre, P., Legendre, L. (1998) *Numeral Ecology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Science, 970 p.
- Lewinsohn, T. M. (2006) Structure in plant- animal interaction assemblages. *Oikos* 113, 174-184.
- Martins, C. F., Souza, A. K. P. (2005) Estratificação vertical de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22, 913-918.
- Morato, E. F. (1994) Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi* 10, 95-105.
- Morato, E. F., Campos, L. A. O., Moure, J. S. (1992) Abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. *Rev. Bras. Entomol.* 36 (4), 767-771.

- Nemésio, A., Silveira, F. A. (2006) Edge Effects on the Orchid-Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae) at a Large Remnant of Atlantic Rain Forest in Southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35(3), 313-323.
- Nemésio, A., Silveira, F. A. (2007) Diversity and Distribution of Orchid Bees (Hymenoptera: Apidae) with a Revised Checklist of Species. *Neotrop. Entomol.* 36(6), 874-888.
- Novotný, V., Basset, Y. (2000) Rare species in communities of tropical insect herbivores: Pondering the mystery of singletons. *Oikos* 89, 564-572.
- Oliveira, M. L., Campos, L. A. O. (1996) Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Zool.* 4(13), 1075-1085.
- Otero, J. T., Sallenave, A. (2003) Vertical stratification of euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in an Amazonian Forest. *Pan-Pac. Entomol.* 79, 151-154.
- Peruquetti, R. C., Campos, L. A. O., Coelho, C. D. P., Abrantes, C. V. M., Lisboa, L. C. O. (1999) Abelhas euglossine (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Rev. Bras. Zool.* 16 (2), 101-118.
- Powell, A. H., Powell, G. V. N. (1987) Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 19, 176-179.
- Ramalho, A. V., Gaglianone, M. C., Oliveira, M. L. (2009) Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 53(1), 95-101.
- Ramalho, M., Rosa, J. F., Dantas e Silva, M., Silva, M., Monteiro, D. (2013) Spatial distribution of orchid bees in a rainforest/rubber agro-forest mosaic: habitat use or connectivity. *Apidologie* 44, 385-403.
- Ramírez, S. R., Dressler, R. L., Ospina, M. (2002) Abejas euglossinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies com notas sobre su biología. *Biol. Colomb.* 3, 7-118.
- Roubik, D. W. (1993) Tropical Pollinators in the Canopy and Understory: Field Data and Theory for Stratum "Preferences". *J. Insect Behav* 6 (6), 659-673.
- Roubik, D. W., Ackerman, J. D. (1987) Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panamá. *Oecologia* 73, 321-333.
- Roubik, D. W., Hanson, P. E. (2004) Orchid bees of tropical America: biology and field guide. Instituto Nacional de Biodiversidad Press (INBio), Heredia, Costa Rica.
- Santos, A. M., Sofia, S. H. (2002) Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua no Norte do Estado do Paraná. *Acta Sci.* 24 (2), 375-381.
- Saryildiz, T., Anderson, J. M., Kucuk, M. (2005) Effects of tree species and topography on soil chemistry litter quality, and decomposition in Northeast turkey. *Soil Biol. Biochem.* 37 (9), 1695-1706.

- Tonhasca, A., Blackmer, J. L., Albuquerque, G. S. (2002) Abundance and Diversity of Euglossine Bees in the Fragmented Landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 34(3), 416-422.
- Veloso, H. P., Filho, A. L. R. R., Lima, J. C. A. (1991) Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 123p.
- Williams, N.H. (1982) The biology of orchids and euglossine bees. 4: Pollination Ecology, in: Arditti, J. (ed.), *Orchid Biology. Reviews and perspectives, II*. Cornell University Press, London, pp. 119-171.
- Zimmermann, Y., Roubik, D. W., Eltz, T. (2006) Species-specific attraction to pheromonal analogues in orchid bees. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 60, 833-843.

CAPÍTULO II

Rediscovery of *Eufriesea fragrocara* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Brazilian Amazon Forest

Artigo submetido à revista Zookeys

ABSTRACT

The expansion of agriculture in the Arc of Deforestation causes deforestation and habitat loss. Euglossines sampling was done near Juruena River, Cotriguaçu, northern Mato Grosso State. The bees were collected on understory and canopy using different baits. A total of 2,912 males were collected, of which 41 specimens were *E. fragrocara*, a rare species in collections and catalogued in Huánuco (Peru), Napo (Ecuador), Ouro Preto D'Oeste and Ariquemes, Rondônia, Brazil. This new records increase the geographic distribution of *E. fragrocara* in 500 km to the western Amazon Basin, reducing the filling gaps in their distribution range in the Neotropics.

Key-words: Amazon Forest, Apinae, euglossine, orchid bees.

INTRODUCTION

The Euglossini Latreille is represented by five genera, all of them are widespread in the Neotropics, except *Aglae* Lepeletier de Saint-Fargeau and *Serville* (Anjos-Silva et al. 2006, Silva et al. 2013). Currently, 64 *Eufriesea* Cockerell species are described (see Ramírez et al. 2002, Ayala and Engel 2008), most of them presenting restricted geographic distribution (Dressler 1982, Cameron 2004).

The *E. fragrocara* Kimsey belongs to the *caerulescens* group and shows remarkable sexual dimorphism, the females show a strong violaceous coloration, similar to the *E. violacea* (Blanchard) females and the males present a vivid green color (Moure 1999). The holotype and paratypes are males collected in the Pachitea region (10°02'S; 75°47'W), Huánuco Province, Peru, using vanillin as attractant, and other specimens were subsequently collected in the Napo Province (1°24'S; 77°43'W), Ecuador (Kimsey 1977, 1982).

In Brazil, specimens of *E. fragrocara* Kimsey were collected in Ouro Preto D'Oeste (10°42'S; 62°14'W) and Ariquemes (9°54'S; 63°21'W), municipalities of Rondônia State (Moure 1999). We found for the first time *E. fragrocara* in Mato Grosso State, Brazil, expanding its occurrence in ca. 2,300 km from the type locality and ca. 500 km from the Rondônia sites.

MATERIAL AND METHODS

We surveyed orchid bees at the São Nicolau Farm (09°52'24"S; 58°13'17"W), municipality of Cotriguaçu, northern Mato Grosso State, in an undisturbed Amazon Forest close to the Juruena River. The area is characterized as a terra firme dense rainforest inserted in the Brazilian Meridional Amazonia (Veloso et al. 1991) and is located in an agriculture expansion area named as arch of deforestation. The climate is tropical wet (Am) (Köppen 1948), temperature annual average of 24 °C, humidity of 85%, and 2,300 mm of precipitation (see Anjos Silva 2010, for additional informations).

The samplings were done in the Biodiversity Research Program (PPBio) plots, following the RAPELD method (see Magnusson et al. 2010, for details). Two field expeditions were made at October and December 2012 using 144 baited traps, distributed among 12 plots, being 12

traps in each plot, when six pure substances used as baits were installed in the understory and six in the canopy. The benzyl acetate, cineole, eugenol, methyl cinnamate, methyl salicylate and vanillin were used to attract the males, only one chemical for trap.

The identified specimens were deposited in the Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM), Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, and in the Insect Collection of Laboratório de Abelhas e Vespas Neotropicais (LABEVE), in the Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Mato Grosso.

RESULTS

A total of 2,912 specimens of 41 species of orchid bees were recorded, being 106 of them *Eufriesea*. The *E. fragrocara* was the most abundant species for this genus in Cotriguaçu (n=41), followed by *E. mariana* (Mocsáry) (n=22), *E. superba* (Hoffmannsegg) (n=18), *E. eburneocinta* (Kimsey) (n=16), *E. ornata* (Mocsáry) (n=5), *E. surinamensis* (Linnaeus) (n=4), *E. pulchra* (Smith) (n=1) and *E. flaviventris* (Friese) (n=1). Males of *E. fragrocara* was just attracted to vanillin (n=28) and methyl cinnamate baits (n=13), being recorded in the understory (eight traps, 20 males) and in the canopy tree forest (10 traps, 21 males).

DISCUSSION

Seven from eight species of *Eufriesea* were recorded in October and in December, only two males of *E. fragrocara* and a single male of *E. flaviventris* were collected. It is already known that a remarkable characteristic of all *Eufriesea* species is their association with the rainy season (Kimsey 1982, Anjos-Silva 2010). This was confirmed by one previous study developed in the same area during the dry season, when only three *E. pulchra* males were recorded (Anjos-Silva 2010). Future surveys focusing on euglossines, and particularly on *Eufriesea* species (Anjos-Silva 2011), must be conducted on rainy season but avoiding periods of intense rainfall.

These new record for *E. fragrocara* increase its distribution in ca. 500 km to the East Amazon of Mato Grosso and shows that this species can be frequent and widespread than, reducing the filling gaps in its distribution. Our study shows the need of more studies on the biology of orchid bees, especially in the southern of Amazonia, region called Arch of Deforestation, where the species and habitat loss are evident (Fearnside 2005).

In the absence of more data, this new record imposes a question: Does endemic Amazonian species exist? Hypothesis on endemic patterns to some other species was indicated by Nemésio and Silveira (2007), that proposed that 1/3 of orchid bees are endemic to the Amazon Forest. Endemic patterns are important conservation issues to address, but this hypothesis face several problems in reason of the absence or scarcity of surveys.

Other species considered as rare species and restrict to Amazonian Basin, as *Aglae caerulea* Lepeletier de Saint-Fargeau and Serville and *E. flaviventris*, for example, was recently collected in several Amazon areas, but also on Pantanal and Cerrado (Anjos-Silva et al. 2006, Anjos-Silva 2011, Silva et al. 2013). Nevertheless, other studies employing potential distribution models (e.g. Hinojosa-Díaz et al. 2008, Silva et al. 2013) should be necessary to

understand the real or potential distribution patterns of euglossines in the Neotropics and the factors that cause its distribution pattern.

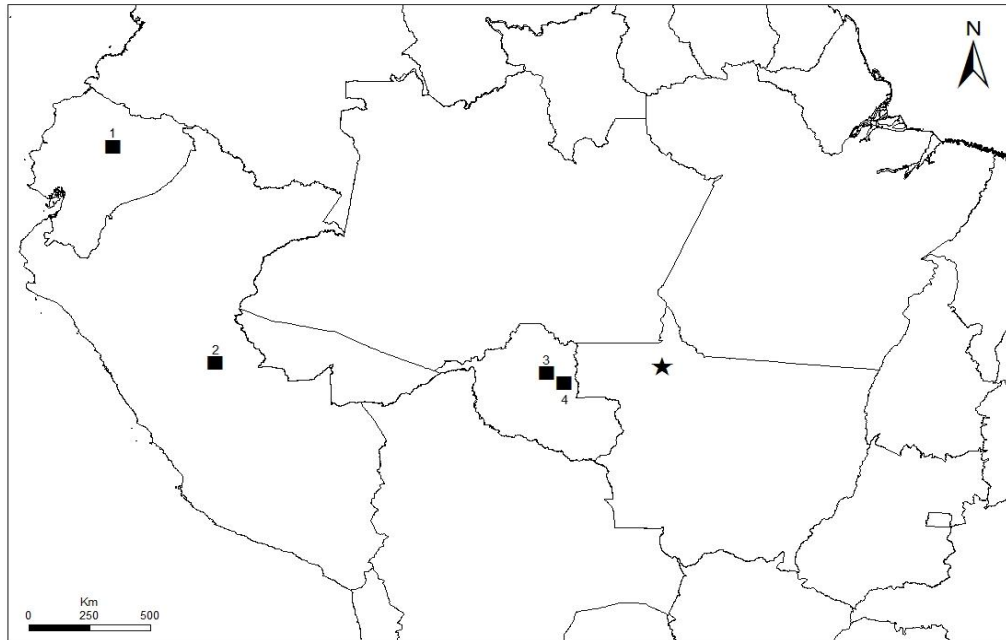


Figure 11. Distribution map of *Eufriesea fragrocara*. (1) Napo, Ecuador. (2) Huánuco, Peru. (3) Ariquemes, Rondônia, Brazil. (4) Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brazil. (★) Cotriguaçu, Mato Grosso, Brazil.

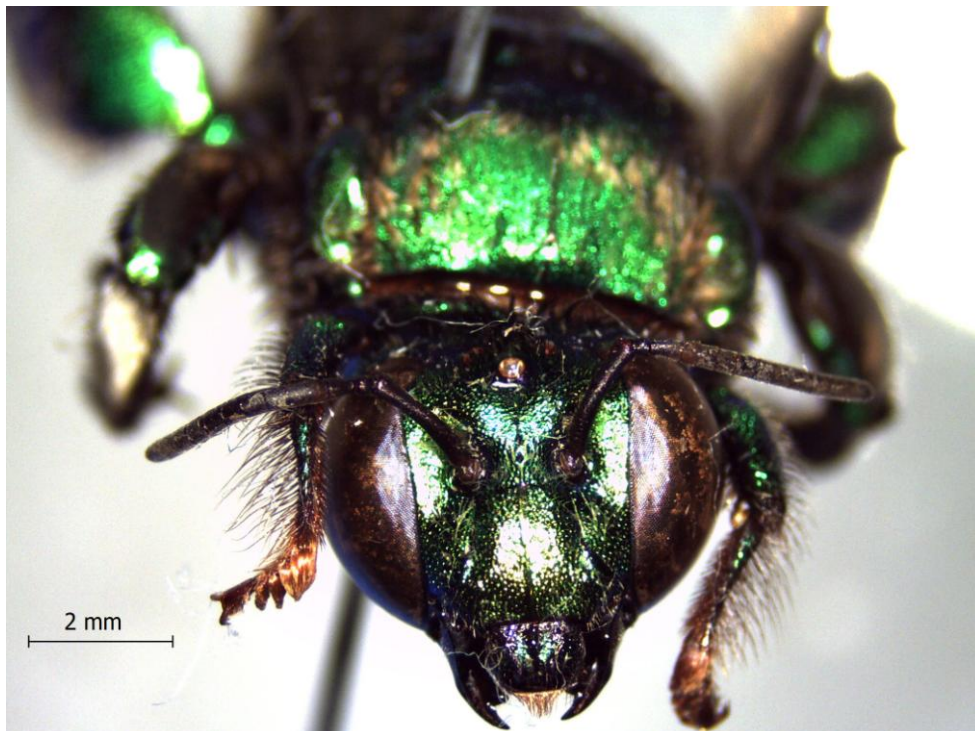


Figura 12. Frontal view of male *Eufriesea fragrocara* collected from native forest in the municipality of Cotriguaçu, Mato Grosso, Brazil.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank to the Graduate Program in Environmental Sciences from UFMT, and Office Natural des Forêts ONF-Brasil, São Nicolau Farm, for kindly field assistance. The Brazilian Government, through IBAMA and ICMBio, provided license (#12778) to EJAS. EJAS was supported by FAPEMAT (Proc. n° 737955/2008; and 258060/2010). Publication number xx ABAM.

REFERENCES

- Anjos-Silva EJ, Camilo E, Garófalo CA (2006) Occurrence of *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso state, Brazil. *Neotropical Entomology* 35: 868-870. doi:10.1590/S1519-566X2006000600024.
- Anjos-Silva EJ (2010) *Eufriesea pulchra* Smith (Hymenoptera: Apidae: Euglossini): extended geographic distribution and filling gaps in Mato Grosso state, Brazil. *Neotropical Entomology* 39: 133-136. doi:10.1590/S1519-566X2010000100019.
- Anjos-Silva EJ (2011) Abelhas Euglossini (Anthophila: Hymenoptera: Apidae) nas margens do Rio Juruena: Checklist das espécies na Floresta Amazônica em Cotriguaçu, Mato Grosso. In: Rodrigues DJ, Izzo TJ, Battirola LD (Orgs) *Descobrimos a Amazônia Meridional: biodiversidade da Fazenda São Nicolau, Cuiabá: Pau & Prosa Comunicação Ltda*, p. 53-73.
- Ayala R, Engel MS (2008) A new species of *Eufriesea* from Jalisco, México, with a key to Mexican species of the genus (Hymenoptera: Apidae). *Beiträge zur Entomologie* 58: 227-237.
- Cameron SA. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Reviews of Entomology* 49: 377-404.
- Costa FRC, Magnusson WE (2010) The Need for Large-Scale, Integrated Studies of Biodiversity - the Experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Brazilian Journal of Nature Conservation* 8: 3-12. doi:10.4322/natcon.00801001.
- Dressler RL (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 373-394.
- Fearnside PM (2005) Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates and Consequences. *Conservation Biology* 19: 680-688. doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x
- Hinojosa-Díaz IA, Ferial-Arroyo TP, Engel MS (2008) Potential distribution of orchid bees outside their native range: The cases of *Eulaema polychroma* (Mocsáry) and *Euglossa viridissima* Friese in the USA (Hymenoptera: Apidae). *Diversity and Distributions* 13: 421-428. doi: 10.1111/j.1472-4642.2008.00549.x.

- Kimsey LS (1977) New species of bees in the genera *Euplusia* and *Eufriesea* (Hymenoptera: Apidae, Euglossini). *Pan-Pacific Entomologist* 53: 8-18.
- Kimsey LS (1982) Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). London: University California Publications in Entomology, 125 p.
- Köppen W (1948) *Climatologia: un estudo de los climas de la Tierra*. Trad. Pedro R H Perez. Fondo de Cultura Econômica, México, 479 p.
- Moure JS (1999) Novas espécies e notas sobre Euglossinae do Brasil e Venezuela (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 16: 91-104. Doi:10.1590/S0101-81751999000500004.
- Nemésio A, Silveira FA (2007) Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) with a revised checklist of species. *Neotropical Entomology* 36: 874-888.
- Ramírez S, Dressler RL, Ospina M (2002) Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de La Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colombiana* 3: 7-118.
- Silva DP, Aguiar AJC, Melo GAR, Anjos-Silva EJ, De Marco JrP (2013) Amazonian species within the Cerrado savanna: new records and potential distribution for *Aglae caerulea* (Apidae: Euglossini). *Apidologie* 44: 673-683. Doi: 10.1007/s13592-013-0216-7.
- Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA (1991) *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 123 p.

CONCLUSÃO GERAL

As associações entre comunidades de insetos e as características de suporte da floresta estão se tornando cada vez mais importantes quando tratamos de planos de manejo florestal e conservação. Nosso estudo mostra a importância da manutenção e conservação de áreas como a que foi aqui estudada. O grande número de espécies encontrado em nosso estudo contrasta com a atual situação da região, onde a expansão das fronteiras agropecuárias faz com que a pressão antrópica seja constante. A redescoberta de espécies como *Eufriesea fragrocara* na Amazônia brasileira demonstram a importância de novas pesquisas buscando o entendimento de como as espécies estão distribuídas no ambiente e, principalmente, de que forma estas espécies interagem com o ambiente e respondem às pressões antrópicas sofridas.