



Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Biologia

**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais**



**ABELHAS EUGLOSSINI NO BIOMA CERRADO:
DIVERSIDADE, ESTIMATIVA POPULACIONAL E
ESTRUTURA GENÉTICA**

Thiago Henrique Azevedo Tosta

2014

Thiago Henrique Azevedo Tosta

**ABELHAS EUGLOSSINI NO BIOMA CERRADO:
DIVERSIDADE, ESTIMATIVA POPULACIONAL E
ESTRUTURA GENÉTICA**

Dissertação a ser apresentada à
Universidade Federal de Uberlândia, como
parte das exigências para obtenção do título
de Mestre em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Solange Cristina Augusto

Co-orientadora

Prof^a. Dr^a. Silvia Helena Sofia

UBERLÂNDIA

Fevereiro - 2014

Thiago Henrique Azevedo Tosta

**ABELHAS EUGLOSSINI NO BIOMA CERRADO:
DIVERSIDADE, ESTIMATIVA POPULACIONAL E
ESTRUTURA GENÉTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo – Campus
Ribeirão Preto

Prof. Dr. Ivan Schiavini da Silva

Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dr^a. Solange Cristina Augusto

Universidade Federal de Uberlândia (Orientador)

UBERLÂNDIA

Fevereiro - 2014

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
Capítulo 1 - Diversidade e estimativa populacional de abelhas <i>Euglossini</i> em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Cerrado e estrutura genética de <i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	14
1 – Áreas de estudo	14
2 – Procedimentos	17
2.1 – Atração e coleta dos machos.....	17
2.2 – Análise da diversidade genética	19
2.2.1 – Extração de DNA	19
2.2.2 – Marcadores microssatélites	20
2.2.3 – Amplificação e genotipagem dos fragmentos	21
2.3 – Análises dos dados.....	22
2.3.1 - Estimativa do tamanho populacional	22
2.3.2- Análises genéticas.....	22
RESULTADOS	23
1.1 - Estimativa populacional.....	23
1.2 - Análises genéticas	28
DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

Capítulo 2 - Comunidade de Euglossini (Apidae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Mata de Galeria: efeito da sazonalidade e fitofisionomia na abundância de abelhas	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	55
1.1 – Áreas de coleta	55
1.2 – Coleta de dados	56
1.3 – Análise dos dados	59
RESULTADOS	61
DISCUSSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
CONCLUSÕES GERAIS	84

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional que me foram dadas e que tentei aproveitar ao máximo;

À Prof.^(a) Dr.^(a) Solange Cristina Augusto por todos esses anos de orientação que significaram muito pra mim. Foram anos de respeito, companheirismo, carinho e troca de experiências que me tornaram mais responsável e apaixonado pela prática da ciência e estudo das abelhas. São valores que contribuíram para que eu chegasse nesse momento e serei eternamente grato por isso. Muito obrigado Solange!

À Prof.^(a) Dr.^(a) Silvia Helena Sofia por me receber tão bem em seu laboratório e me tratar com respeito e carinho. Espero voltar a Londrina outras vezes para que possamos trabalhar juntos em outros projetos. Foi um imenso prazer te conhecer Silvia!

Aos professores Carlos Alberto Garófalo e Ivan Schiavini por aceitarem o convite para banca examinadora do mestrado;

Ao pessoal do LAGEA (Laboratório de Genética e Ecologia Animal) da Universidade Estadual de Londrina, Karen, Dhiego, Wilson, Camila, Lenice, Faustinho e Douglas pelo apoio e ajuda na interpretação dos dados;

Ao Rafael (Caconde) pela ajuda com as análises genéticas e por me acompanhar todos os dias ao laboratório, não importando o horário; Ao Vitor pela companhia e apoio. Considero vocês grandes amigos e, apesar de todo o trabalho e cansaço, sinto falta daqueles dias. Muito obrigado!

À minha namorada Thamiris que, na maioria das vezes, entendeu a minha ausência e me deu o apoio que eu precisei para que este trabalho fosse realizado,

lutando ao meu lado para que eu alcançasse meus objetivos. Espero que essa parceria dure a vida toda. Te amo, Moção!

À toda minha família, principalmente minha avó que sempre está do meu lado me apoiando. Amo vocês!

Aos meus pais Jaime e Leila e minha irmã Thaína, que me incentivaram a não parar os estudos na graduação e me acompanharam por mais esses dois anos. Sempre lutamos e, por mais que as coisas fossem difíceis, sempre nos apoiamos. Sinto o apoio de vocês pelo olhar e por nenhum momento pensei em desistir por causa disso. Amo muito vocês!

À Laíce, pela ajuda em tudo que eu tenho feito desde que entrei no Laboratório. Não foram momentos fáceis e tenho certeza que já te fiz passar muita raiva (rsrs), mas obrigado pelas conversas sobre diversos assuntos que tivemos. Foram fatos decisivos para chegar aqui.

À Jacqueline, Isabel e Jefferson pelas conversas e companhia no horário de almoço por dois anos. Considero vocês amigos especiais e nossos momentos de descontração juntos contribuíram para alegrar os meus dias. Obrigado!

Aos outros amigos do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) da Universidade Federal de Uberlândia, Camila, Henrique, Ana Luisa, Eliza, Otávio, Bruno e Alexandre pela ajuda no campo e pelas tarde conversando no laboratório.

Aos meus queridos amigos da 68ª turma de Ciências Biológicas, aos amigos de Uberaba, Emílio e Guilherme pelo apoio e amizade de longa data, amo vocês!

Aos produtores rurais e à Universidade Federal de Uberlândia que permitiram a realização desse projeto nas áreas de estudo.

À todos ligados ao programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia e aos professores que contribuíram com meu crescimento intelectual e pessoal.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, ao CNPq e Peld pelo apoio financeiro ao projeto.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Diversidade e estimativa populacional de abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Cerrado e estrutura genética de *Euglossa (Euglossa) pleosticta* Dressler, 1982

Figura 1: Localização, tamanho (ha) e altitude (m) dos remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual localizados nos municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais. EEP - Estação Ecológica do Panga*, FMAF- Fazenda Mata da Água Fria, FI-Fazenda Irara, FG- Fazenda Experimental do Glória, FSJ- Fazenda São José.....16

Figura 2: Metodologia de marcação utilizada para estudo das populações de abelhas da tribo Euglossini por cinco dias consecutivos. Cada forma geométrica representa a remoção do pré-tarso e primeiro tarsômero dos indivíduos, de acordo com o dia de coleta. (quadrado = 1º dia; círculo = 2º dia; pentágono = 3º dia; triângulo = 4º dia; losango = 5º dia).....18

Figura 3: Frequência de alelos microssatélite em duas populações de *Euglossa pleosticta* de Minas Gerais, Brasil.....30

Figura 4: Médias de riqueza alélica de duas populações de *Euglossa pleosticta* dos dois fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FSJ = Fazenda São José; FI = Fazenda Irara), em Minas Gerias, Brasil. São indicados: o número de alelos exclusivos (N_a =

riqueza alélica); Na Freq. $\geq 5\%$ = alelos com frequência maior ou igual a 5% e N_e = número efetivo de alelos.....31

Capítulo 2: Comunidade de Euglossini (Apidae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Mata de Galeria: efeito da sazonalidade e fitofisionomia na abundância de abelhas

Figura 1: Fragmento de mata de galeria (MG) e de floresta estacional semidecidual (FES) presentes na Fazenda Marimbondo, distantes entre si aproximadamente 100 metros.....56

Figura 2: Metodologia de marcação utilizada para estudo das populações de abelhas da tribo Euglossini por cinco dias consecutivos. Remoções feitas no lado esquerdo representam o fragmento FES e remoções feitas no lado direito representam o fragmento MG. *Esquema de macho de Euglossini retirado de Dodson et al, 1969.....58

Figura 3: Imagem da Região de Uberlândia retirada do Google Earth mostrando a localização dos fragmentos Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda São José (A) e Fazenda Marimbondo (B) e da Mata de galeria na Fazenda Marimbondo (C). A rota delineada ilustra um possível corredor ecológico para o deslocamento das abelhas Euglossini entre estes fragmentos.....61

Figura 4: (A) *Exaerete smaragdina* coletada no triângulo mineiro com insetos foréticos presos a porção lateral do tórax (seta vermelha); (B) Vista dorsal e ventral dos insetos,

retirados do tórax dos indivíduos de *Exaerete smaragdina* Guérin, 1844.....62

Figura 5: Diferença na atratividade de sete iscas aromáticas quanto a abundância total (A) e riqueza total (B) de dois fragmentos florestais (Floresta Estacional Semidecidual e mata de galeria) do Bioma Cerrado.....65

Figura 6: Atratividade de diferentes compostos aromáticos para as espécies de abelhas Euglossini amostradas em dois fragmentos presentes na Fazenda Marimbondo, Minas Gerais (*Eg* = *Euglossa*; *El* = *Eulaema*).....65

Figura 7: Interação entre os fatores estação do ano (ESTAÇÃO) e fitofisionomia (FITO) na abundância de abelhas Euglossini presente em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual e outro de mata de galeria, no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.....68

Figura 8: Dendrograma de dissimilaridade (coeficiente de Bray-Curtis), considerando a abundância e a composição das espécies de três fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual (FES) na Fazenda São José (FSJ) e dois na Fazenda Marimbondo (FM), um de mata de galeria (MG) e outro de Floresta Estacional Semidecidual (FES). A similaridade dos três fragmentos obteve valores iguais a FSJ (FES) – FM (MG) – FM (FES) = 0,48; FM (MG) – FM (FES) = 0,65.....69

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Diversidade e estimativa populacional de abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Cerrado e estrutura genética de *Euglossa (Euglossa) pleosticta* Dressler, 1982

Tabela 1 – Distância (km) entre os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual localizados nos municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais. EEP - Estação Ecológica do Panga, FMAF- Fazenda Mata da Água Fria, FI-Fazenda Irara, FG- Fazenda Experimental do Glória, FSJ- Fazenda São José.....16

Tabela 2: Abundância e riqueza de abelhas Euglossini coletadas mensalmente por um ano em cinco remanescentes de FES no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, entre os anos de 2010 e 2012.....22

Tabela 3: Abundância de machos de abelhas Euglossini coletados entre os meses de outubro de 2012 e abril de 2013 em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Triângulo Mineiro, Minas Gerais.....25

Tabela 4: Número de indivíduos marcados (M) e recapturados (R) entre os meses de outubro de 2012 e abril de 2013 em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do triângulo mineiro, Minas Gerais.....27

Tabela 5: Indivíduos capturados (Σn_i) e recapturados (Σm_i) com a proporção de indivíduos marcados entre parênteses, proporção marcada ($\alpha \pm SD$), probabilidade de

sobrevivência ($\phi \pm SD$), e tamanho populacional estimado ($\Sigma Bi (2x) \pm SD$) de machos de *Euglossa cordata* e *Euglossa imperialis*, e do total de abelhas das orquídeas em fragmentos do triângulo Mineiro, Minas Gerais. (Eg. = *Euglossa*).....28

Capítulo 2: Comunidade de Euglossini (Apidae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Mata de Galeria: efeito da sazonalidade e fitofisionomia na abundância de abelhas

Tabela 1: Abundância relativa, dominância (D, onde D = dominante, A = acessória e OC = ocasional), frequência de ocorrência (FO, onde MF = muito frequente, F = freqüente e PF = pouco frequente), categorias (Ct, onde C = espécie comum, I = intermediária e R = espécie rara), das espécies de abelhas Euglossini coletadas em um fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e outro de mata de galeria (MG) em Minas Gerais (N/C = não classificada).....64

Tabela 2: Número de indivíduos marcados (M) e recapturados (R) em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual e outro de Mata de Galeria, do triângulo mineiro, Minas Gerais.....67

Tabela 3: Número de indivíduos amostrados por espécie em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e outro de mata de galeria (MG), de acordo com a estação em que foram capturados.....68

RESUMO

Tosta, THA. 2014. Abelhas Euglossini no bioma Cerrado: diversidade, estimativa populacional e estrutura genética. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 84 p.

A tribo Euglossini possui ampla distribuição nos neotrópicos, com ocorrência reconhecida para diferentes tipos de formações vegetais. O bioma Cerrado é formado por diferentes fitofisionomias, tanto savânicas quanto florestais. Dentre as fitofisionomias florestais mais úmidas do Cerrado, podemos citar a Floresta Estacional Semidecidual (FES) e a Mata de Galeria (MG), as quais apresentam flora e condições microclimáticas diferentes. Estudos mais recentes nas FES do Cerrado têm evidenciado a ocorrência de uma baixa abundância de indivíduos, quando comparadas com as FES inseridas no bioma da Mata Atlântica, apesar das semelhanças quanto a riqueza. Os objetivos gerais do trabalho foram: (i) estimar a diversidade de abelhas e tamanho populacional das espécies mais frequentes de Euglossini em fragmentos de FES do Cerrado; (ii) avaliar a diversidade genética de *Euglossa pleosticta*; e (iii) verificar a influência de fitofisionomias (FES/MG) e estação do ano na comunidade de abelhas Euglossini. Para as análises populacionais e genéticas, as coletas foram realizadas entre outubro/2012 e abril/2013 em cinco fragmentos de FES durante cinco dias consecutivos, utilizando-se sete iscas aromáticas. A marcação dos indivíduos foi realizada com a remoção do pré-tarso e um dos tarsômeros (PTT), de acordo com o dia de coleta, sendo que o PTT foi utilizado para as análises genéticas de *Eg. pleosticta*, por meio de marcadores moleculares heterólogos. Para estudo da influência da fitofisionomia e estação do ano nas comunidades, coletas mensais foram realizadas entre outubro/2012 e setembro/2013 em outro fragmento de FES e um de MG. Foi capturado e marcado um total de 256 machos de Euglossini, distribuídos em 12 espécies. Foi estimado o tamanho populacional de *Euglossa imperialis* em um dos fragmentos ($1222 \pm 162,6$ indivíduos) e *Euglossa cordata* em outro ($44 \pm 9,4$). Utilizando o conceito ecológico de guilda (abelhas das orquídeas), foi possível estimar as populações de três fragmentos sendo estas: $3772 \pm 436,2$, $376 \pm 62,3$ e $1424 \pm 242,2$ indivíduos. Para *Eg. pleosticta*, três locos apresentaram um alelo com uma frequência dominante sobre os outros do mesmo loco. O fluxo gênico estimado indicou uma maior porcentagem de indivíduos não migrantes para as duas populações. No experimento sobre influência das fitofisionomias nas comunidades, não foi verificada diferença na diversidade de espécies entre os fragmentos, mas houve interação entre as fitofisionomia e estação do ano, sendo a FES responsável pela maior abundância de indivíduos na estação úmida. Conclui-se que as abelhas apresentam pequenas populações nos fragmentos amostrados, que existe um fluxo gênico limitado entre as populações de *Eg. pleosticta* e que a diversidade de espécies é semelhante nas diferentes fitofisionomias, apesar da interação significativa entre fitofisionomia/estação do ano sobre a abundância das abelhas.

Palavras-chave: Euglossini, método de Jolly-Seber, diversidade genética, fitofisionomias

ABSTRACT

The Euglossini bees has a wide distribution in the Neotropical region, occurring in different types of vegetation formation. The Cerrado biome is composed of different physiognomies, such as savanna and forest. Among Cerrado humid forest physiognomies, we can mention the seasonal semideciduous forest (SSF) and gallery forest (GF), which present different flora and microclimatic conditions. Recent studies in SSF of Cerrado showed the occurrence of a low abundance of individuals compared with surveys in SSF in the Atlantic Forest biome, despite a similar richness. The overall objective was (i) to estimate the diversity of bees and population size of the most frequent species of Euglossini in SSF fragments of Cerrado; (ii) to assess the genetic diversity of *Euglossa pleosticta*; and (iii) to evaluate the influence of vegetation types (SSF/GF) and seasonality on Euglossini community. For population and genetic analyzes, samplings was carried out between October 2012 and April 2013 in five fragments of SSF in five consecutive days, using seven aromatic baits. The marking of individuals was performed by removing the pre-tarsus and one of tarsomeres (PTT) according to the day of collection. The PTT was used for subsequent genetic analysis of *Euglossa pleosticta* using heterologous molecular markers. In order to study the influence of phytophysiognomies and season in the bee community, monthly samplings from October 2012 to September 2013 were performed in another fragment of SSF and one of MG. A total of 256 males of euglossine, distributed in 12 species were captured and marked. We estimated a population size of *Euglossa imperialis* in one of the fragments (1222 ± 162.6 individuals) and in another fragment *Euglossa cordata* (44 ± 9.4). Using the concept of ecological guild (orchid bees), it was possible to estimate the populations of those three fragments which were: 3772 ± 436.2 , 376 ± 62.3 to 1424 ± 242.2 individuals. For *Eg. pleosticta* three loci presented an allele with a dominant frequency over others in the same loco. The estimated gene flow indicated a higher percentage of non-migrant individuals in both populations. In the experiment about influence of phytophysiognomies on the euglossini bee communities, it was not observed difference in species diversity between fragments, but there was an interaction between phytophysiognomies and season, with the FES presenting the highest abundance in the wet season. We conclude that euglossini bees have small populations in the sampled fragments, there is a limited gene flow among populations *Eg. pleosticta* and that species diversity is similar in the different phytophysiognomies, despite the significant interaction between vegetation type and season on the bees abundance.

Key words: Euglossini, Jolly-Seber method, genetic diversity, physiognomies.

ABELHAS EUGLOSSINI NO BIOMA CERRADO: DIVERSIDADE, ESTIMATIVA POPULACIONAL E ESTRUTURA GENÉTICA

INTRODUÇÃO GERAL

Euglossini é um táxon de abelhas corbiculadas com mais de 200 espécies descritas (MOURE et al, 2007). Essa tribo de abelhas é responsável pela polinização de espécies de mais de 200 gêneros distribuídos em 69 famílias botânicas, sendo consideradas polinizadores chaves em alguns ecossistemas (JANZEN, 1971; REBÊLO, 2001; RAMÍREZ et al, 2002). Uma peculiaridade do grupo é a necessidade de coleta de fragrâncias florais que são utilizadas pelos machos para comportamentos de coorte e demarcação de território (DRESSLER, 1982; CAMERON, 2004). A extração desse recurso é feita de inúmeras famílias botânicas (RAMÍREZ et al, 2002), mas merece destaque a o táxon Orchidaceae (RAMÍREZ et al, 2002; SINGER & SAZIMA, 2004), o que tornam essas abelhas popularmente conhecidas como “abelhas das orquídeas”. A utilização de fragrâncias aromáticas possibilitou o estudo dessas abelhas através da produção sintética de aromas análogos às substâncias presentes nas flores.

Euglossini está amplamente distribuída em diversos biomas da região neotropical, tendo como áreas de maior diversidade as florestas tropicais úmidas (DRESSLER, 1982; MORATO et al, 1992; OLIVEIRA & CAMPOS, 1995). Apesar disso, estudos em diferentes remanescentes do bioma Cerrado no Triângulo Mineiro (CARVALHO & BEGO, 1996; ALVARENGA et al, 2007; FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011) têm mostrado que essas áreas apresentam uma riqueza de espécies similar à que foi amostrada em Florestas Estacionais Semidecíduais (FES) do Estado de São Paulo, além de ter registrado uma

espécie considerada até então endêmica da região Amazônica, *Euglossa decorata* Smith, 1874 (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; NEMÉSIO et al, 2007; SILVEIRA et al, 2011).

O Bioma Cerrado apresenta diferentes fitofisionomias ao longo do seu domínio morfo-climático, com a ocorrência de áreas savânicas (campos limpos e cerrado *sensu stricto*) e de ambientes mais úmidos como as matas de galeria e florestas estacionais semidecíduais (RIBEIRO & WALTER, 1998).

A flora das fitofisionomias floresta estacional semidecidual e mata de galeria são influenciadas pelas espécies da floresta Amazônica e da Mata Atlântica, uma vez que a presença de cursos d'água e a localização do bioma Cerrado permitiu o acesso de espécies desses dois biomas (PRANCE, 1982; LEITÃO-FILHO, 1987). Apesar dessa influência compartilhada, a composição florística de FES e mata de galeria diferem entre si devido a variações de umidade, fertilidade e condições físicas do solo (DURIGAN et al, 2000; CARDOSO & SCHIAVINI, 2002). Tal diferença na estruturação pode determinar a distribuição geográfica local de espécies de abelhas, uma vez que fatores como o clima, a estrutura vegetacional, competição interespecífica e intraespecífica por locais de nidificação e recursos florais podem determinar a presença de espécies (ROSENZWEIG, 1995; ARMBRUSTER, 1993; WCISLO & CANE 1996; ABRAHAMCZYK et al, 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2012).

Alguns estudos mais recentes feitos no Cerrado (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; PIRES, 2011; BRESCIA, 2011; TOSTA, 2012) têm levantado a hipótese de que a presença de fitofisionomias florestais (mata de galeria) e remanescentes de floresta estacional semidecidual são fatores determinantes para a manutenção de uma maior riqueza de Euglossini no bioma Cerrado. Contudo, um fato alarmante tem sido o baixo número de indivíduos coletados (independentemente do tamanho do remanescente) nas

áreas de FES do bioma Cerrado quando comparado, por exemplo, com as áreas de FES do estado de São Paulo (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; SILVEIRA et al, 2011), apesar dessas áreas apresentarem uma riqueza e composição de espécies muito similares. A baixa abundância de abelha nos fragmentos estudados pode ser um indicativo da ocorrência de populações pequenas, como um resultado do processo de fragmentação (BROSI, 2009).

O declínio real de polinizadores tem sido difícil de demonstrar usando apenas dados de censo (ROUBIK, 2001; WILLIAMS et al, 2001). Sabe-se que a variabilidade genética pode ser drasticamente reduzida em populações pequenas e isoladas através da deriva genética e endogamia, o que resulta na perda de alelos e um declínio na heterozigosidade (FRANKHAM et al, 2008). Pouco se sabe ainda sobre a variabilidade genética das populações de abelhas Euglossini que habitam os fragmentos florestais do Bioma Cerrado e a utilização de parâmetros genéticos têm sido muito comum, porque estes possuem o potencial para indicar pequenas populações em risco de extinção local (AVISE & HAMRICK, 1996; PETIT et al, 1998). Muito se tem utilizado os marcadores microsatélites em estudos populacionais devido ao seu alto grau de polimorfismo (AVISE, 2004).

Este estudo teve três objetivos gerais: 1 - Estimar a diversidade de abelhas e o tamanho populacional das espécies mais frequentemente amostradas em estudos sobre comunidades de Euglossini em FES do Triângulo Mineiro; 2- Analisar a estrutura e a diversidade genética de duas populações de *Euglossa (Euglossa) pleosticta* Dressler, 1982, uma espécie aparentemente mais relacionada a ambientes florestais e raramente amostradas em áreas de Cerrado *stricto sensu*; 3- comparar a abundância, riqueza e composição de abelhas das orquídeas entre um fragmento de FES e um de mata de galeria considerando a heterogeneidade destes ambientes e as estações do ano.

O trabalho foi estruturado em dois capítulos. O primeiro capítulo aborda a diversidade de espécies e análises populacionais das abelhas Euglossini presentes em cinco fragmentos de floresta estacional semidecidual do Bioma Cerrado, além de estimar a diversidade genética de duas populações de *Eg. pleosticta* que habitam dois desses fragmentos. No segundo capítulo foi avaliada a influência de duas fitofisionomias florestais (mata de galeira e floresta estacional semidecidual) na comunidade de abelhas das orquídeas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamczyk, S., Gottleuber, P., Matauschek, C., Kessler, M. (2011) Diversity and community composition of euglossine bee assemblages (Hymenoptera: Apidae) in western Amazonia. *Biodivers. Conserv.* **20**, 2981–3001
- Aguiar, W.M., Gaglianone, M.C. (2012) Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Entomol.* **56** (2), 210-219
- Alvarenga, P.E.F., Freitas, R.F., Augusto, S.C. (2007) Diversidade de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de cerrado do Triângulo Mineiro, MG. *Biosci. J.* **23**, 30-37
- Anjos-Silva, E.J., Rebêlo, J.M.M. (2006) A new species of *Exaerete* Hoffmannsegg (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) from Brazil. *Zootaxa*. **1105**, 27-35
- Armbruster, W.S. (1993) Within-Habitat Heterogeneity in Baiting Samples of Male Euglossine Bees: Possible Causes and Implications. *Biotropica*. **25** (1), 122-128
- Awise, J.C., Hamrick, J.L. (1996) Conservation genetics, case histories from nature. Chapman & Hall, New York.
- Awise, J.C. (2004) Molecular Markers, Natural History and Evolution. Sinauer Associates, Inc., Sunderland

- Brescia, T. T. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera:Apidae) e associação com iscas odores em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Uberlândia-MG. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- Brosi, B.J. (2009) The effects of forest fragmentation on euglossini bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biol. Conserv.* **142**, 414-423
- Cameron, S.A. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Entomol.* **49**, 377-404
- Cardoso, E., Schiavini, I. (2002) Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Rev. Brasil. Bot.* **25**(3), 277-289
- Carvalho, A.M.C., Bego, L.R. (1996) Studies on Apoidea fauna of Cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **40**, 147-156
- Dressler, R. L. (1982) Biology of the Orchid bees. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **13**, 373-394
- Durigan, G., Franco, G.A.D.C., Saito, M., Baitello, J.B. (2000) Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Rev. brasil. Bot.* **23**(4), 371-383
- Frankham, R., Ballou, J.D., Briscoe, D.A. (2008) *Genética da Conservação*. Editora SBG, Ribeirão Preto
- Freitas, R.F. (2009) Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (hymenoptera: Apidae) em fitofisionomias do bioma cerrado em Uberlândia, MG. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009
- Janzen, D.H. (1971) Euglossine Bees as Long-Distance Pollinators of Tropical Plants. *Science*. **171** (3967), 203-205

- Leitão-Filho, H.F. (1987) Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. IPEF. **35**, 41-46
- Méio, B.B., Freitas, C.V., Jatobá, L., Silva, M.E.F., Ribeiro, J.F., Henriques, R.P.B. (2003) Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. Rev. Brasil. Bot. **26** (4), 437-444
- Morato, E.F., Campo, L.A.O., Moure, J.S. (1992) As abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. Rev. Brasil. Entomol. **34**, 767-771
- Nemésio, A., Augusto, S.C., Almeida, E.A.B. (2007) *Euglossa decorata* Smith (Hymenoptera: Apidae) in central Brazil – biogeographic implications. Lundiana. **8**(1), 57-61
- Nemésio, A. (2009) Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. Zootaxa. **2041**, 1-242
- Oliveira, M.L. (2006) Nova hipótese de relacionamento filogenético entre os gêneros de Euglossini e entre as espécies de *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). Acta Amazônica. **36**, 273-286
- Oliveira, M.L., Campos, L.A.O. (1995) Abundância, riqueza e diversidade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. Rev. bras. Zool. **12** (3), 547-556
- Parra-H, A., Ospina-Torres, R., Ramírez, S. (2006) *Euglossa natesi* n. sp., a new species of orchid bee from the Chocó region of Colombia and Ecuador (Hymenoptera: Apidae). Zootaxa. **1298**, 29-36
- Petit, R.J., Mousadik, A., Pons, O. (1998) Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. Conserv. Biol. **12** (4), 844-855
- Pires, G.C. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Mata Estacional Semidecidual, no domínio do Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

- Prance, G.T. (1982) Forest refuges: evidence from woody angiosperms, in: Prance, G. T.(Eds.), *Biological diversification in the tropics: proceedings of the fifth international symposium of the Association for Tropical Biology*, Macuto Beach, Caracas, Venezuela. Columbia University Press, New York, pp. 137-156
- Ramírez, S., Dressler, R.L., Ospina, M. (2002) Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) from the Neotropical Region: A species checklist with notes on their biology. *Biota Colombiana*. **3**(1) 7-118
- Rebêlo, J.M.M. (2001) História natural das euglossíneas. As abelhas das orquídeas. Lithograf, São Luís.
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1991) Diversidade e Sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas odores em um fragmento de floresta no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* **51**, 787-799
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1997) Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em matas decíduas do Nordeste do estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomol. Bras.* **26** (2) 243-255
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado, in: Sano, S.M. and Almeida, S.P. de(Eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, pp.89-166
- Rosenzweig, M.L. (1995) *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, New York.
- Roubik, D.W. (2001) Ups and downs in pollinator populations: when is there a decline? *Conserv. Ecol.*, **5**, See <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art2>
- Silva, J.F., Farinas, M.R., Felfili, J.M., Klink, C.A. (2006) Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *J. Biogeogr.* **33**, 536–548
- Silveira, G.C., Nascimento, A.M., Sofia, S.H., Augusto, S.C. (2011) Diversity of the euglossine bee community (Hymenoptera, Apidae) of an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **55**(1), 109–115
- Silveira, G. C. (2010) Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (Hymenoptera: Apidae) em duas áreas de mata estacional semidecidual no

domínio do cerrado no Triângulo Mineiro, MG. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

Singer, R.B., Sazima, M. (2004) Abelhas Euglossini como polinizadoras de orquídeas na região de Picinguaba, São Paulo, Brasil, in.: Barros, F., Kerbauy, G.B. (Eds.), Orquidologia sul-americana: uma compilação científica. Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 175-187

Tosta, T.H.A. (2012) Abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no bioma Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

Wcislo, W.T., Cane, J.H. (1996) Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* **41**, 257-286

Williams, N., Minckley, R., Silveira, F. (2001) Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. *Conserv. Ecol.*, **5**, See <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7>. 2001

Capítulo 1 - Diversidade e estimativa populacional de abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Cerrado e estrutura genética de *Euglossa* (*Euglossa*) *pleosticta* Dressler, 1982

RESUMO

As abelhas Euglossini são intimamente relacionadas com ambientes florestais, apesar disso, sua abundância tem sido considerada baixa nas fitofisionomias florestais do Bioma Cerrado quando comparada com remanescentes de Mata Atlântica lato sensu, tendo possíveis consequências na sua variabilidade genética. O presente estudo teve como objetivos estimar a diversidade de abelhas e o tamanho populacional das espécies mais frequentemente amostradas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES), além de estimar a diversidade genética de *Euglossa pleosticta*. O estudo foi realizado em cinco remanescentes de FES do Triângulo Mineiro e os machos foram atraídos utilizando-se sete iscas aromáticas. Para o experimento de marcação e recaptura foram feitas campanhas de cinco dias consecutivos, sendo que os indivíduos coletados tiveram o pré-tarso e um dos tarsômeros removidos, respeitando o respectivo dia de coleta. Foram analisadas duas populações de *Eg. pleosticta* através de marcadores moleculares microssatélite heterólogos. Além disso, foram comparadas as coletas realizadas no presente trabalho (consecutivas) com coletas realizadas mensalmente por um ano (mensais) nos mesmos fragmentos. Foi possível estimar o tamanho populacional de *Euglossa imperialis* na EEP ($1222 \pm 162,6$) e *Euglossa cordata* na FG ($44 \pm 9,4$). Utilizando o conceito ecológico de guilda (abelhas das orquídeas), foi possível estimar as populações da EEP ($3772 \pm 436,2$), FG ($376 \pm 62,3$) e FSJ ($1424 \pm 242,2$). Três locos apresentaram um alelo com uma frequência dominante sobre os outros que se encontravam no mesmo loco e o fluxo gênico estimado apresentou uma maior porcentagem de indivíduos não migrantes para as duas populações, de 76,33% para FSJ e 91,63% para FI. Não houve diferença significativa, tanto na abundância quanto na riqueza de abelhas, na comparação entre os métodos de coletas sequenciais e mensais. Além disso, houve 80% de similaridade nas espécies amostradas pelas duas metodologias. Outros trabalhos de marcação e recaptura de Euglossini também apresentaram um baixo número de indivíduos recapturados, fato que pode ser explicado pela grande capacidade de voo dessas abelhas. Um limitado fluxo gênico parece estar ocorrendo regionalmente, apesar de alguns locos apresentarem a clara tendência a fixação de um alelo. Mais trabalhos envolvendo marcação e recaptura e análises genéticas devem ser feitos para melhor compreensão das comunidades de Euglossini em FES do Cerrado, uma vez que, tais fatos podem ter importante implicação para a conservação da diversidade das populações amostradas para a região.

Palavras-chave: Euglossini, diversidade genética, estimativa populacional, marcação e recaptura, *Euglossa pleosticta*.

ABSTRACT

The Euglossini bees are closely related to forest environments, nevertheless their abundance has been considered low in the forest physiognomies of the Cerrado Biome compared with remnants of Atlantic Forest *sensu lato*, with possible consequences on their genetic variability. This study aimed to estimate the bee diversity and population size of the species most frequently sampled in fragments of seasonal semideciduous forest (SSF), and estimate the genetic diversity of *Euglossa pleosticta*. The study was conducted in five SSF fragments of the Triangulo Mineiro and males were attracted using seven aromatic baits. For the mark-recapture experiment five days consecutive campaigns were made, and the individuals collected had the pre-tarsus and one of tarsomeres removed, respecting their collection day. Two populations of *Euglossa pleosticta* were analyzed using heterologous microsatellite molecular markers. Furthermore, we compared the campaigns of this study (consecutive) with campaigns made in a year (monthly) in the same fragments. It was possible to estimate population size of *Euglossa imperialis* in EEP (1222 ± 162.6) and *Euglossa cordata* in FG (44 ± 9.4). Using the concept of ecological guild (orchid bees), was possible to estimate the populations of EEP (3772 ± 436.2), FG (376 ± 62.3) and FSJ (1424 ± 242.2). Three loci had an allele with a dominant frequency over others that were in the same loco and gene flow presented a higher percentage of non-migrant individuals in both populations, 76.33% for FSJ and 91.63% for FI. There was no significant difference in the abundance and richness of bees in comparison between the methods of sequential and monthly collections. Furthermore, there was 80% similarity in species sampled by the two methodologies. Other surveys of mark-recapture involving euglossine bees also showed a low number of recaptured individuals, which may be explained by the great flight ability of these bees. A limited gene flow appears to be occurring regionally, although some loci present a clear tendency to fixation of an allele. More studies involving mark-recapture and genetic testing should be done to better understand the communities Euglossini in FES of Cerrado, since such facts may have important implications for conservation of the diversity of populations sampled for the region.

Key words: Euglossini, genetic diversity, population estimate, mark-recapture, *Euglossa pleosticta*.

INTRODUÇÃO

A tribo Euglossini é constituída por abelhas que apresentam uma ampla distribuição nos neotrópicos (DRESSLER, 1982), com ocorrência reconhecida para diferentes tipos de formações vegetais. Particularmente em território brasileiro, tais abelhas têm sido amostradas em áreas de Florestas Tropicais Úmidas do norte ao sul do país (OLIVEIRA & CAMPOS, 1996; RAMALHO et al, 2009; STORCK-TONON et al, 2009; MATTOZO et al, 2011; CORDEIRO et al, 2013; ROCHA-FILHO et al, 2013), Floresta Estacional Semidecidual (REBÊLO & GARÓFALO, 1991; SOFIA et al, 2004; SILVEIRA et al, 2011), Caatinga (LOPES et al, 2007; ANDRADE-SILVA et al, 2012), Restinga (SILVA & REBÊLO, 1999; VIANA et al, 2002; SILVA et al, 2009) e Cerrado (NEMÉSIO & FARIA Jr, 2004; ALVARENGA et al, 2007; JUSTINO & AUGUSTO, 2010; FARIA & SILVEIRA, 2011; SILVA, 2012).

A diversidade deste grupo de abelhas para as Florestas Amazônica e Atlântica é mais conhecida em decorrência dos vários estudos realizados nestes dois biomas, entretanto, são poucas as publicações que tratam das comunidades de Euglossini do Cerrado, um dos biomas brasileiros mais severamente ameaçados por ações antrópicas (MYERS et al, 2000).

O Bioma Cerrado é considerado um mosaico de fitofisionomias, incluindo vegetação característica de savanas estruturalmente variada (cerrado senso lato), corredores de florestas associados a corpos d'água e florestas semidecíduais e decíduais, frequentemente ocorrendo sem limites claros (RIBEIRO & WALTER, 1998; EITEN, 1972), sendo a densidade de árvores e arbustos uma das variáveis mais evidentes (RIBEIRO et al, 1985). Inicialmente este bioma ocupava uma área equivalente a 2 milhões de km², sendo o segundo maior bioma brasileiro, perdendo apenas para a

Floresta Amazônica (RATTER et al, 1995). Devido a diversas atividades antrópicas, restam em torno de 20% da vegetação nativa do Cerrado (MYERS et al, 2000).

As abelhas Euglossini são consideradas tipicamente de ambientes florestais, ocorrendo em habitats tropicais e subtropicais, sendo consideradas sensíveis ao desmatamento e fragmentação (ROUBIK & HANSON, 2004; BROSI, 2009). Embora sua ocorrência esteja intimamente relacionada a áreas de florestas, um conjunto de estudos realizados em diferentes fitofisionomias de Cerrado no Triângulo Mineiro, no sudeste brasileiro, revelam uma riqueza de 14 espécies para este bioma (ALVARENGA et al, 2007; FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011; TOSTA, 2012), a qual mostra-se bastante similar a descrita para áreas de Floresta Estacional Semidecidual (FES) de Mata Atlântica (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; SILVEIRA et al, 2011). Segundo alguns autores, a presença de fitofisionomias florestais são fatores determinantes para a manutenção de uma maior riqueza de Euglossini no bioma Cerrado (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010). Além disso, estudos indicam que, sendo Euglossini um grupo típico de florestas úmidas, matas de galeria e FES inseridas no Cerrado podem ter atuado como corredores méxicos para a dispersão destas espécies entre as Florestas Amazônica e Atlântica (MOURA & SCHINDWEIN, 2009; SILVA et al, 2013).

Por outro lado, os estudos de Freitas (2009) e Silveira (2010) chamam a atenção para o baixo número de indivíduos coletados, principalmente de espécies do gênero *Euglossa*, nas áreas de FES do bioma Cerrado, quando comparado com as áreas de FES da Mata Atlântica (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; SILVEIRA et al, 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012), sugerindo a ocorrência de populações pequenas nas áreas de FES do Cerrado. Ao se considerar a devastação que se abateu sobre o Cerrado nas últimas décadas, transformando drasticamente as paisagens

ocupadas originalmente, inclusive com a redução das áreas de FES deste bioma, as comunidades de abelhas Euglossini, dependentes deste tipo de formação vegetal, podem estar sob o risco de perda de sua biodiversidade. Além disso, para aquelas espécies mais dependentes e associadas a matas e áreas úmidas, o maior isolamento destas matas podem constituir barreiras importantes ao fluxo gênico para as populações de tais espécies. Sabe-se que a variabilidade genética pode ser drasticamente reduzida em populações pequenas e isoladas através da deriva genética e endogamia, o que resulta na perda de alelos e um declínio na heterozigosidade (FRANKHAM et al, 2008). Pouco se sabe ainda sobre a variabilidade genética das populações de abelhas Euglossini que habitam os fragmentos florestais do bioma Cerrado e a utilização de parâmetros genéticos têm sido muito comum por apresentar potencial para indicar pequenas populações em risco de extinção local (AVISE & HAMRICK, 1996; PETIT et al, 1998).

Assim, considerando a dependência de abelhas Euglossini por áreas florestais e o provável declínio das populações nestas fitofisionomias no cerrado, o presente estudo se propôs a estimar a diversidade de abelhas e tamanho populacional das espécies mais frequentemente amostradas em estudos sobre comunidades de Euglossini em FES do Triângulo Mineiro. Adicionalmente, a estrutura e a diversidade genética de duas populações de *Euglossa* (*Euglossa*) *pleosticta* Dressler, 1982, uma espécie aparentemente mais relacionada a ambientes florestais e raramente amostradas em áreas de cerrado *stricto sensu* (ALVARANGA ET AL. 2007; JUSTINO E AUGUSTO 2010), foram também analisadas.

MATERIAL E MÉTODOS

1 – Áreas de estudo

O trabalho foi realizado em cinco áreas inseridas na paisagem do bioma Cerrado, localizadas no município de Uberlândia-MG (4 áreas) e município de Araguari-MG (1 área), sendo estas: Estação Ecológica do Panga ($19^{\circ} 10' 04''$ S/ $48^{\circ} 23' 41''$ W), Fazenda Experimental do Glória ($18^{\circ} 57' 03''$ S/ $48^{\circ} 12' 22''$ W), Fazenda São José ($18^{\circ} 51' 35''$ S/ $48^{\circ} 13' 53''$ W), Fazenda Irara ($19^{\circ} 08' 39''$ S/ $48^{\circ} 08' 46''$ W) e Fazenda Mata da Água Fria ($18^{\circ} 29' 50''$ S/ $48^{\circ} 23' 03''$ W) (Figura 1) (Tabela 1). Em todas as áreas, as amostragens foram realizadas nas fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual (FES).

A Estação Ecológica do Panga (EEP) é de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia desde 1985, quando foi comprada e transformada em uma unidade de conservação. Possui várias fitofisionomias características do bioma Cerrado, apresentando formações florestais (cerradão e floresta estacional semidecidual), savânicas e campestres, totalizando uma área de 409,5 hectares com ausência de atividades antrópicas recentes (LOPES et al, 2008). As amostragens foram realizadas em uma área de FES de aproximadamente 16 hectares.

A Fazenda Experimental do Glória (FEG) também é de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia e está localizada na zona urbana, distante aproximadamente 12 km do centro da cidade de Uberlândia. Trata-se de um fragmento de FES que faz limite com uma mata de galeria e possui 30 hectares de tamanho. Tem como matriz de entorno áreas de pastagem destinadas a atividades agropastoris (LOPES et al, 2011).

A Fazenda São José (FSJ) é uma propriedade particular e possui um fragmento de FES com 20 hectares. Está localizada próximo ao centro da cidade de Uberlândia, aproximadamente 10 km. Possui um pequeno corpo d'água no seu interior, margeado por uma mata de galeria. A matriz de entorno é destinada a criação de gado e plantação de eucalipto. O fragmento possui alguns vestígios de trilhas utilizadas pelo gado (PRADO-JÚNIOR et al, 2011).

A Fazenda Irara (FI) é uma propriedade particular e está localizada a aproximadamente 30 km do centro da cidade de Uberlândia. O fragmento vegetacional é formado por basicamente por FES e mata de galeria com tamanho de 22,3 hectares. Encontra-se bem conservado, apesar de apresentar evidências de trilhas utilizadas pelo gado. A matriz de entorno é utilizada para plantações de soja e criação de gado (PRADO-JÚNIOR et al, 2009).

A Fazenda Mata da Água Fria (FMAF) possui 200 hectares de tamanho e está localizada a 27 km do centro da cidade de Araguari. O seu relevo é formado por encostas íngremes, variando em 190 m de altitude, possuindo um ribeirão no interior da floresta. Margeando o ribeirão encontra-se a mata de galeria; distante da planície de inundações periódicas do ribeirão encontra-se a faixa de vegetação que corresponde à FES e ocupando as encostas encontra-se a floresta estacional decídua. As atividades no entorno do fragmento limitam-se a plantações de soja e tomate, assim como criação de gado. O estado de conservação do fragmento é excelente, com presença de formações florestais primárias e abundância considerável de indivíduos com altura superior a 30 metros (VALE et al, 2009).

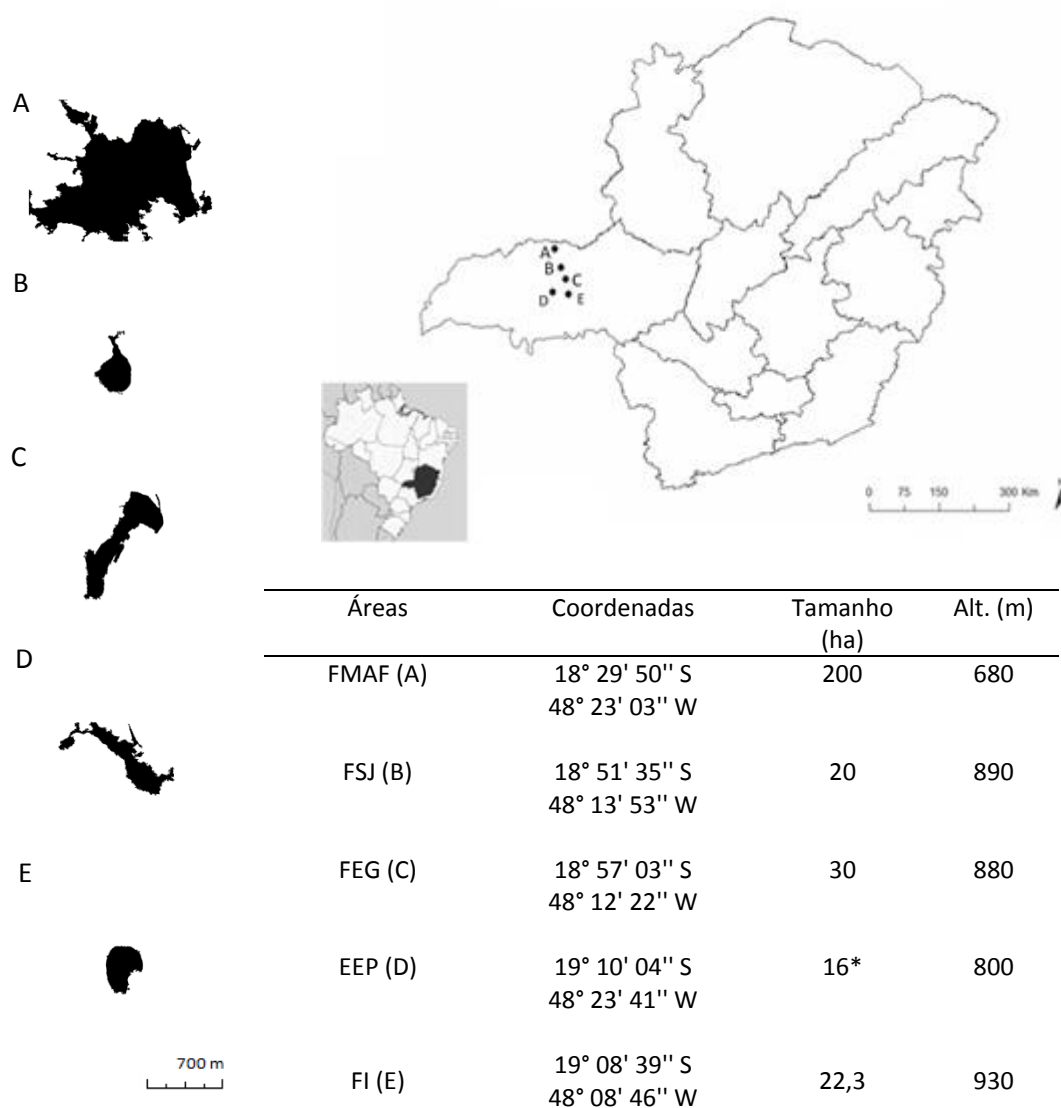


Figura 1 – Localização, tamanho (ha) e altitude (m) entre os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual localizados nos municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais. EEP - Estação Ecológica do Panga*, FMAF- Fazenda Mata da Água Fria, FI-Fazenda Irara, FG- Fazenda Experimental do Glória, FSJ- Fazenda São José.

*A EEP possui aproximadamente 409 ha. Na tabela foi apresentada apenas o tamanho das áreas de Mata de galeria e Floresta Estacional Semidecidual.

Tabela 1 – Distância (km) entre os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual localizados nos municípios de Uberlândia e Araguari, Estado de Minas Gerais. EEP - Estação Ecológica do Panga, FMAF- Fazenda Mata da Água Fria, FI-Fazenda Irara, FG- Fazenda Experimental do Glória, FSJ- Fazenda São José.

	EEP	FMAF	FI	FG
FMAF	74,32			
FI	26,15	75,88		
FG	31,20	53,81	22,25	
FSJ	38,30	43,38	32,71	10,50

O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Koppen. É um clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18° C (KOTTEK et al, 2006).

2 – Procedimentos

2.1 – Atração e coleta dos machos

Os machos de Euglossini foram coletados nos cinco fragmentos durante cinco dias consecutivos entre os meses de outubro de 2012 e abril de 2013. As coletas foram padronizadas com um esforço amostral de quatro horas, tendo seu intervalo preferencial entre as 9 e 13 horas, horário em que se observa uma maior frequência de visitas às iscas em áreas de FES do Estado de São Paulo (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997). Foi definido em cada área um ponto de amostragem, no interior do remanescente, aproximadamente 50 metros a partir da borda. Para este levantamento foram utilizadas sete iscas-odoríferas, eucaliptol, eugenol, vanilina, salicilato de metila, acetato de benzila, β – ionona e cinamato de metila, seguindo o método tradicional de coleta ativa com uso de rede entomológica (REBÊLO & GARÓFALO, 1991). Desta forma, em cada coleta chumaços de papel absorvente (um para cada isca) foram amarrados com barbante em um ramo da vegetação, aproximadamente 1,5 metros de altura, distantes entre si cinco metros para atração dos machos. Os chumaços foram umedecidos a cada duas horas com os respectivos compostos devido à volatilidade das substâncias.

Os indivíduos coletados eram colocados em recipiente contendo gelo, identificados *in loco* e marcados com a remoção do pré-tarso e de um dos tarsômeros (PTT). Cada PTT removido correspondeu a um determinado dia de coleta, de acordo com a seguinte ordem: pernas anteriores direita e esquerda, medianas direita e esquerda

e posterior direita, totalizando cinco dias (Figura 2). Essa metodologia foi utilizada para que se tivesse uma marcação que não possa ser removida e ao mesmo tempo para coleta de material genético. Este método ainda não havia sido usado como uma forma de marcação em estudos sobre estimativa populacional de Euglossini. Contudo, experimentos prévios mostraram que ele é viável, pois possibilita o reconhecimento dos indivíduos marcados, não altera o comportamento de coleta das fragrâncias (TOSTA, dados não publicados) e permite a obtenção de DNA para análises moleculares (ARIAS et al, 2013).

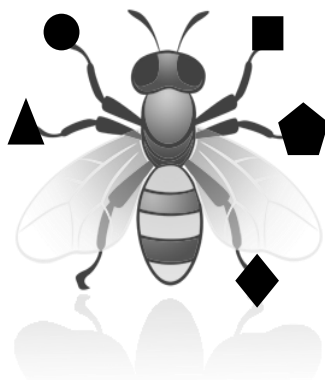


Figura 2 – Metodologia de marcação utilizada para estudo das populações de abelhas da tribo Euglossini por cinco dias consecutivos. Cada forma geométrica representa a remoção do pré-tarso e primeiro tarsômero dos indivíduos, de acordo com o dia de coleta. (quadrado = 1º dia; círculo = 2º dia; pentágono = 3º dia; triângulo = 4º dia; losango = 5º dia).

O PTT coletado dos indivíduos foi armazenado em microtubo, de plástico, de 1,5 mL, contendo álcool etílico absoluto e, posteriormente, acondicionado em freezer (-20 °C). Após a remoção dos tarsos, os indivíduos foram deixados em uma gaiola confeccionada com tubos de PVC (Policloreto de vinila) (dimensões: 70 cm x 65 cm) e organza, por aproximadamente 30 minutos, até voltarem a ter os movimentos de locomoção e voo. Somente após recobrar os movimentos é que os machos foram soltos.

A identificação *in loco* foi possível usando-se uma lupa manual e material de referência das espécies amostradas em levantamentos realizados anteriormente ao longo do ano em todas as áreas amostradas no presente estudo. Quando isto não pôde ser feito, o espécime foi sacrificado e trazido para o laboratório para identificação e incorporação à coleção do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas da Universidade Federal de Uberlândia.

As espécies de Euglossini possuem razão sexual estimada de 1:1. Contudo, frequentemente ocorrem desvios dessa proporção (PERUQUETTI & CAMPOS, 1997; PERUQUETTI et al, 1999; ROUBIK & HANSON, 2004). Para efeitos de extrapolação nos cálculos de tamanhos populacionais, foi considerada a razão sexual de 1:1.

2.2 – Análise da diversidade genética

2.2.1 – Extração de DNA

A análise da diversidade genética foi feita para *Eg. pleosticta*. A escolha desta espécie se justifica por: a) é uma das espécies do gênero *Euglossa* previamente identificadas como associadas às FES do Cerrado (SILVEIRA, 2010; SILVEIRA et al, dados não publicados); contudo, assim como outras espécies do gênero, *Eg. pleosticta* têm sido comumente amostrada em baixa abundância em fragmentos inseridos nesse bioma; b) foi a única espécie para a qual foi coletado um número amostral satisfatório para este tipo de análise, mínimo de cerca de 20 indivíduos, em pelo menos dois, dos cinco remanescentes. Para alcançar este número satisfatório, além das amostras obtidas neste estudo, foram utilizadas amostras coletadas em campanhas mensais realizadas previamente nos mesmos fragmentos no período de outubro de 2010 a setembro de 2011. Nessas campanhas os indivíduos foram coletados e trazidos para o laboratório,

onde a perna anterior direita foi removida e armazenada em microtubos de 1,5 mL, como descrito previamente.

A extração de DNA total foi feita por meio do método Chelex e fenol-clorofórmio (WALSH et al, 1991; ALMEIDA et al, 2001), a partir do tarso e da perna removidos de cada indivíduo, respectivamente. Para o método Chelex, o tarso foi colocado em um microtubo (1,5 mL) com 400 µL de Chelex 100 (Biorad). O material foi dilacerado com auxílio de uma pequena tesoura e incubado por 30 minutos a 56° C, homogeneizado, incubado novamente por 5 minutos a 100 °C, homogeneizado e, posteriormente, centrifugado por 3 minutos a 14.000 rpm. O produto resultante foi armazenado em freezer a -20 °C. Para o método fenol-clorofórmio, a perna da abelha foi colocada em um microtubo, contendo 300 µL de tampão de extração (Tris-HCl 500 mm, EDTA 20 mm, NaCl 10 mm pH 8,0 e 1% SDS) e 5 µL de proteinase K (20 µg/µL). O material foi dilacerado com o auxílio de uma pequena tesoura. Em seguida, foi mantido em banho-maria a 64 °C por duas horas e feito as lavagens fenol-clorofórmio. O DNA obtido foi ressuspensionado em 30 µL de TE (10 mM Tris, 1 mM EDTA, pH 8,0) e armazenado em freezer a -20 °C. Após esse procedimento, as amostras de DNA foram diluídas em água para uma concentração de 1:10.

2.2.2 – Marcadores microssatélites

Para as amplificações dos locos de microssatélites foram selecionados 16 *primers* heterólogos (Egc 17, Egc 18, Egc 24, Egc 26, Egc 30a, Egc 30b, Egc 35, Egc 37, Egc 51, ann24, ann37, ann8, iop1, iop2, iop3, iop4), descritos para *Euglossa* (*Euglossa*) *cordata* (Linnaeus, 1758), *Euglossa* (*Glossura*) *annectans* Dressler, 1982 e

Euglossa (Glossura) iopoecila Dressler, 1982 (SOUZA et al, 2007; PAXTON et al, 2009; PENHA, 2013).

Os *primers* foram modificados para que os fragmentos gerados pudessem ser analisados em sequenciador automático. Para tal técnica, os *primers forward* foram modificados na sua extremidade 5', na qual foi adicionada uma sequência "tag" (5'-TGTAACGACGGCCAGT-3'). Esta sequência se liga o *primer* M13 marcado com fluoróforos FAM (azul), NED (amarelo) ou HEX (verde). Esta metodologia elimina a necessidade da marcação dos *primers forward* em todos os locos (SCHUELKE, 2000).

2.2.3 – Amplificação e genotipagem

As reações de PCR ocorreram da seguinte forma: 2,5 µL de *GoTaq®Colorless Master Mix* 2X (Promega); 0,125 µL de um *mix* composto do *primer forward Tag* (0,5µM) + *primer reverse* (5 µM); 0,125 µL do *primer* M13 (5 µM) marcado com fluorocromo; 0,1 µL de glicerol 50%; 1 µL do DNA molde a 5 ng/µL e 1,15 µL de água *Nuclease Free* (Promega), totalizando uma reação de 5 µL. As amostras foram amplificadas em termocicladores (PCT-100 Peltier Thermal Cycler MJ Research Inc. e Multigen LabNetBios), de acordo com o seguinte protocolo: 94°C por 4 minutos, seguido por 10 ciclos de 94°C/30 s, 56°C/1 min, 72°C/1 min; seguido por 25 ciclos de 89°C/30 s, 56°C/1 min, 72°C/1 min, com uma extensão final de 72°C por 30 minutos.

Posteriormente, os produtos de PCR foram diluídos na proporção de 1:10 em H₂O a 2 µL; desta diluição foram acrescentados 0,15 µL do marcador de peso molecular GeneScan LIZ600 (Applied Biosystems) e 7,85 µL de Formamida Hi-Di (Applied Biosystems). As genotipagens dos fragmentos foram realizadas em sequenciador automático, modelo Applied Biosystems® 3500 xL Genetic Analyzer.

2.3 – Análises dos dados

2.3.1 - Estimativa do tamanho populacional

O tamanho populacional foi estimado de acordo com o método de Jolly-Seber (KREBS, 2013). O método de estimativa populacional de Jolly-Seber considera que as populações são abertas, sendo biologicamente mais realista quando comparado com outros métodos, por exemplo, Schnabel que considera apenas populações fechadas (KREBS, 2013). As análises foram realizadas utilizando o programa do pacote Office Microsoft Excel 2013, uma vez que não há diferença significativa entre o uso deste recurso e software especializados (BISCHOFF, 2003).

As comunidades de abelhas Euglossini são mais estáveis temporalmente do que outros insetos (ROUBIK & ACKERMAN, 1987), permitindo que sua abundância, riqueza e composição obtidas nesse estudo fossem comparados com estudos de levantamentos realizados nos mesmos fragmentos em anos anteriores, com coleta de dados mensais ao longo da estação úmida (Tabela 2). Assim, foi feita uma comparação entre os dois métodos: coletas condensadas e coletas mensais.

Tabela 2 – Abundância e riqueza de abelhas Euglossini coletadas mensalmente por um ano em cinco remanescentes de FES no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, entre os anos de 2010 e 2012.

Área	Período de coleta	Abundância	Riqueza	Referências
EEP	2006 – 2007	45	7	Tosta (2012)
FEG	2008 – 2009	37	5	Silveira (2010)
FSJ	2008 – 2009	56	9	Silveira (2010)
FI	2010 – 2011	42	7	Brescia (2011)
FMAF	2010 – 2011	34	6	Dados não publicados

2.3.2- Análises genéticas

Os dados de genotipagem gerados pelo sequenciador automático foram visualizados e analisados pelo programa GeneMarker V2.2.0 (*SoftGenetics, StateCollege, PA*). A diversidade genética foi estimada a partir do número médio de alelos por loco (N_a) e do número efetivo de alelos (N_e) (KIMURA & CROW, 1964; JOST, 2008), utilizando-se o programa computacional GenAlEx 6.5 (PEAKALL & SMOUSE, 2012). Este programa também foi usado para calcular a frequência dos alelos nas populações e a heterozigosidade média esperada (H_e), outra medida de diversidade.

Para a análise da estrutura genética das populações foi utilizada a estatística F e $Dest$ (WRIGHT, 1951; JOST, 2008). Para a análise da estatística F foi empregado o programa computacional ARLEQUIN 3.5.1.3 (EXCOFFIER & LISCHER, 2010), o qual por meio da análise de variância molecular (AMOVA) (EXCOFFIER et al, 1992), estima os valores de Φ_{ST} (um análogo ao F_{ST}). Esta análise gerou estimativas da variância genética dentro e entre as populações, a qual pode ser usada como uma estimativa da distância genética entre estas (EXCOFFIER & LISCHER, 2010). A significância de Φ_{ST} foi estimada por meio de 1000 aleatorizações e foram considerados significativos valores de $P < 0,05$. As estimativas de $Dest$ foram realizadas utilizando-se o programa computacional online SMOGD (CRAWFORD, 2010). Os intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram estimados por meio de 1000 repetições de “bootstrap”. Foi estimado também o fluxo gênico a partir de uma análise bayesiana, utilizando o programa BeysAss.

RESULTADOS

1.1 - Estimativa populacional

Foi capturado e marcado um total de 256 machos de Euglossini, distribuídos em 12 espécies e três gêneros. Considerando-se as cinco áreas, *Eulaema nigrita* Lepeletier (1841) foi a espécie mais abundante (31,3%), seguida por *Euglossa imperialis* Cockerell (1922) (25,4%) e *Euglossa pleosticta* (13,3%) (Tabela 3).

Tabela 3 – Abundância de machos de abelhas Euglossini coletados entre os meses de outubro de 2012 e abril de 2013 em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Triângulo Mineiro, Minas Gerais.

Espécies	Áreas											
	EEP		FEG		FSJ		FI		FMAF		TOTAL	
	Ab.	%	Ab.	%	Ab.	%	Ab.	%	Ab.	%	Ab.	%
<i>Euglossa (Euglossa) amazonica</i> Dressler, 1982	0	0,0	0	0,0	5	6,8	0	0,0	3	20,0	8	3,1
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	0	0,0	12	27,9	4	5,4	0	0,0	0	0,0	16	6,3
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	0	0,0	5	11,6	1	1,4	1	9,1	0	0,0	7	2,7
<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	42	37,2	4	9,3	14	18,9	2	18,2	3	20,0	65	25,4
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	0	0,0	4	9,3	2	2,7	4	36,4	0	0,0	10	3,9
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	9	8,0	6	14,0	17	23,0	0	0,0	2	13,3	34	13,3
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	2	1,8	0	0,0	1	1,4	0	0,0	3	20,0	6	2,3
<i>Euglossa (Euglossella) viridis</i> Perty, 1833	18	15,9	0	0,0	1	1,4	0	0,0	0	0,0	19	7,4
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804	2	1,8	2	4,7	3	4,1	0	0,0	1	6,7	8	3,1
<i>Eulaema (Eulaema) flavescens</i> Friese, 1899	0	0,0	0	0,0	1	1,4	0	0,0	0	0,0	1	0,4
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	40	35,4	10	23,3	23	31,1	4	36,4	3	20,0	80	31,3
<i>Exaerete dentata</i> Linnaeus, 1758	0	0,0	0	0,0	2	2,7	0	0,0	0	0,0	2	0,8
TOTAL	113	100,0	43	100,0	74	100,0	11	100,0	15	100,0	256	100,0

Do total de 256 machos marcados, apenas 12 (4,7%) foram recapturados, dos quais: sete na EEP, três na FG e dois na FSJ (Tabela 4). Dentre estes 12 machos, cinco pertenciam a espécie *Eg. imperialis*, três a *Eg. cordata* Linnaeus (1758), três a *El. cingulata* e um pertencente a espécie *El. nigrita* (Tabela 4). Assim, foi possível a estimativa do tamanho apenas das populações de *Euglossa imperialis* na EEP e *Euglossa cordata* na FG, uma vez que as outras populações não obtiveram um número de recapturas suficiente para utilização da fórmula de Jolly-Seber (Tabela 5).

Devido ao baixo número de indivíduos recapturados nas EEP, FEG e FSJ, as diferentes espécies coletadas nestas áreas foram consideradas conjuntamente como “abelhas das orquídeas”, considerando-se o conceito ecológico de guilda. Apesar disso, em alguns fragmentos nenhum indivíduo foi recapturado, o que impossibilitou estimar a população de abelhas das orquídeas presente nesses locais, caso da FI e FMAF. Nos outros fragmentos as populações variaram de 376 a 3772 indivíduos (Tabela 5).

Tabela 4 – Número de indivíduos marcados (M) e recapturados (R) entre os meses de outubro de 2012 e abril de 2013 em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do triângulo mineiro, Minas Gerais.

Espécies	1º dia	2º dia		3º dia		4º dia		5º dia		TOTAL	
	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
<i>Euglossa (Euglossa) amazonica</i> Dressler, 1982	2	2	0	3	0	0	0	1	0	8	0
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	2	3	0	5	0	1	3	5	0	16	3
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	4	2	0	1	0	0	0	0	0	7	0
<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	16	20	0	17	2	6	2	6	1	65	5
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	2	4	0	3	0	0	0	1	0	10	0
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	6	12	0	9	0	1	0	6	0	34	0
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	3	1	0	0	0	2	0	0	0	6	0
<i>Euglossa (Euglossella) viridis</i> Perty, 1833	7	2	0	4	0	2	0	4	0	19	0
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804	1	2	1	2	1	2	0	1	1	8	3
<i>Eulaema (Eulaema) flavescens</i> Friese, 1899	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	18	11	0	14	0	21	0	16	1	80	1
<i>Exaerete dentata</i> Linnaeus, 1758	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
TOTAL	62	59	1	58	6	35	7	42	8	256	12

Tabela 5 - Indivíduos capturados (Σni) e recapturados (Σmi) com a proporção de indivíduos marcados entre parênteses, proporção marcada ($\alpha \pm SD$), probabilidade de sobrevivência ($\phi \pm SD$), e tamanho populacional estimado ($\Sigma Bi (2x) \pm SD$) de machos de *Euglossa cordata* e *Euglossa imperialis*, e do total de abelhas das orquídeas em fragmentos do triângulo Mineiro, Minas Gerais. (Eg. = *Euglossa*).

Área	Grupo	Σni	Σmi	$\alpha \pm SD$	$\phi \pm SD$	$\Sigma Bi (2x) \pm SD$
EEP	<i>Eg. imperialis</i>	42	4 (9,5%)	0,262 \pm 0,193	1,170 \pm 0,981	1222 \pm 162,6
FG	<i>Eg. cordata</i>	12	2 (16,7%)	0,521 \pm 0,421	1,417 \pm 1,421	44 \pm 9,4
EEP	“Abelhas das orquídeas”	113	7 (6,2%)	0,110 \pm 0,056	1,186 \pm 1,059	3772 \pm 436,2
FG	“Abelhas das Orquídeas”	43	3 (7%)	0,217 \pm 0,189	0,594 \pm 0,652	376 \pm 62,3
FSJ	“Abelhas das Orquídeas”	74	2 (2,7%)	0,114 \pm 0,067	0,642 \pm 0,580	1424 \pm 242,2

Não houve diferença significativa, tanto na abundância ($t = -0,354$; $df = 8$; $p = 0,733$) quanto na riqueza ($U = 15.5$; $n1 = 5$; $n2 = 5$; $p = 0,748$), das espécies amostradas nos fragmentos estudados entre as metodologias de coletas mensais, realizadas anteriormente a este trabalho, e coletas sequenciais de cinco dias. Além disso, o índice de Sorensen indicou que há 83% de similaridade entre as espécies coletadas entre os dois métodos. As únicas espécies que não foram amostradas com esforço amostral de cinco dias e foram amostradas em coletas mensais foram *Eg. decorata* e *Ex. smaragdina*. As coletas concentradas amostraram duas espécies, *El. flavencens* e *Ex. dentata*, que não foram amostradas nas coletas mensais.

1.2 - Análises genéticas

As análises genéticas envolveram um total de 37 indivíduos, sendo 20 da FI e 17 da FSJ. Dos 16 locos de microsatélites testados, apenas nove mostraram uma boa qualidade nos produtos da PCR. Todos estes se mostraram polimórficos para as

populações das duas áreas estudadas. O número total de alelos obtidos para amostra de cada área se mostrou similar: 48 (FI) e 53 (FSJ). O número de alelos por loco variou de dois (ann37) a 19 (iop3) (Figura 3), com tamanho variando de 148 a 327 pb. Os locos ann37, Egc 26 e Egc 24 apresentaram um alelo com uma frequência dominante sobre os outros que se encontravam no mesmo loco.

A heterozigosidade média esperada (H_e) foi também bastante similar para as amostras de *Eg. pleosticta* das duas áreas, sendo: 0,6984 para FSJ e 0,6175 para FI. Analisando-se separadamente as amostras de cada uma das áreas, o loco iop3 foi o que mostrou o maior número de alelos, tanto para FI (11) quanto para FSJ (12). De modo distinto, na FI os locos ann37 e Egc 24 apresentaram o menor número de alelos (2), enquanto em FSJ o menor número de alelos foi apresentado apenas pelo loco ann37 (2) (Figura 3). A FSJ obteve 22 alelos exclusivos e uma riqueza alélica igual a 5,89, enquanto a FI obteve 17 alelos exclusivos e uma riqueza de 5,34 (Figura 4).

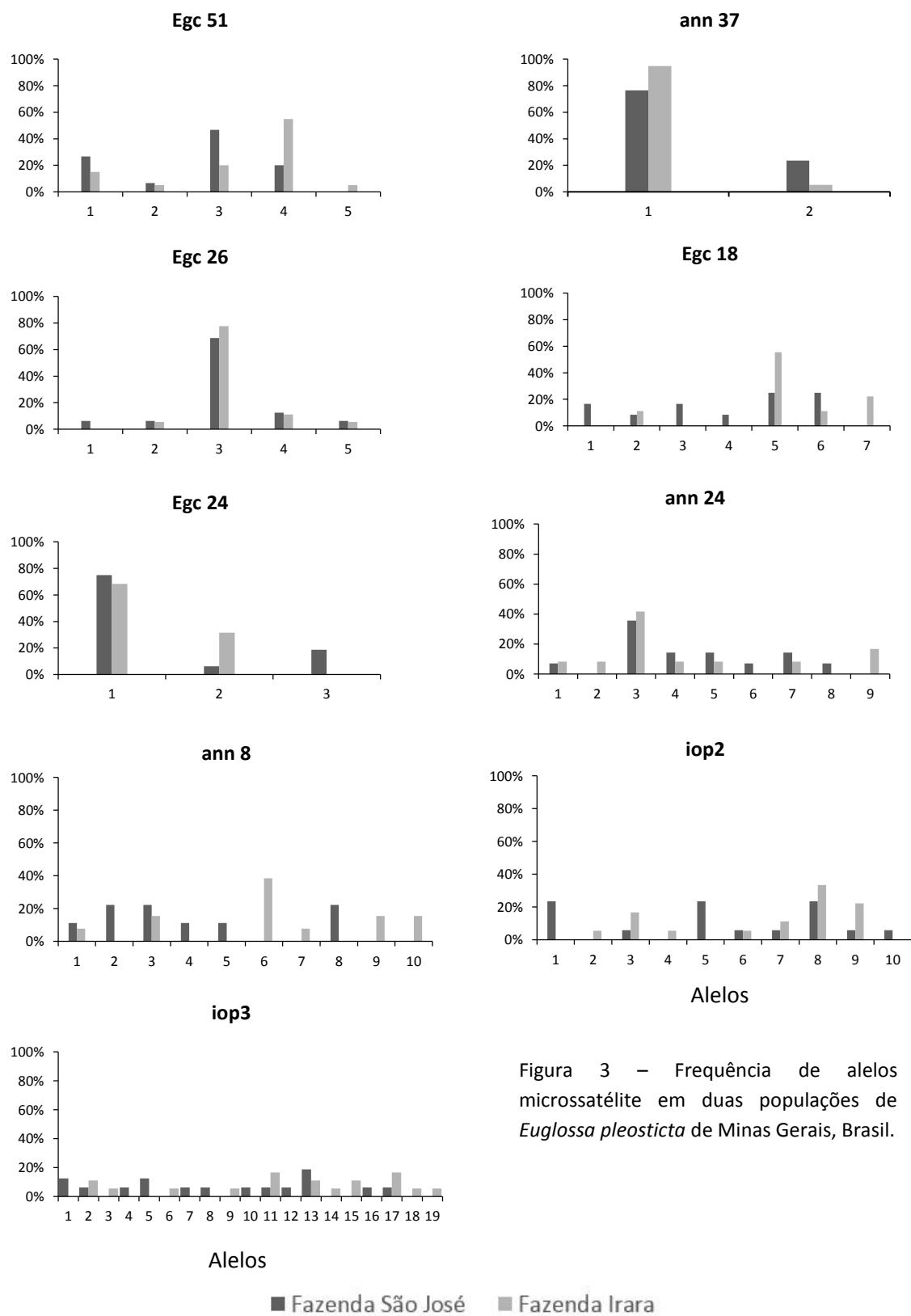


Figura 3 – Frequência de alelos microsatélite em duas populações de *Euglossa pleosticta* de Minas Gerais, Brasil.

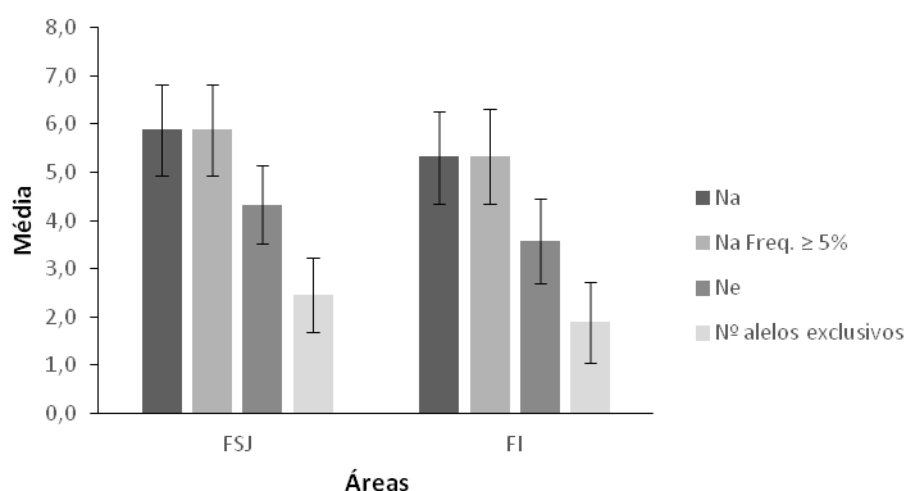


Figura 4 – Médias de riqueza alélica de duas populações de *Euglossa pleosticta* dos dois fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FSJ = Fazenda São José; FI = Fazenda Irara), em Minas Gerias, Brasil. São indicados: o número de alelos exclusivos (Na = riqueza alélica); Na Freq. $\geq 5\%$ = alelos com frequência maior ou igual a 5% e Ne = número efetivo de alelos.

A Análise de Variância Molecular (AMOVA), utilizada para avaliar a partição da variação genética, indicou que 92,02% da variação total estava presente dentro da população ($SS = 7,918$; g.l.= 72; componentes de variância = 0,10997), enquanto os outros 7,98% representaram a diferença entre as populações ($SS = 0,461$; g.l. = 1, componentes de variância = 0,00954).

Os dois estimadores empregados na análise de diferenciação genética (diferença na frequência alélica) global não mostraram valores significativos: Φ_{ST} igual a 0,0785 ($p > 0,05$) e $Dest$ igual a 0,074 ($p > 0,05$). O fluxo gênico estimado através da análise bayesiana, apresentou uma maior porcentagem de indivíduos não migrantes para as duas populações, como segue: 76,33% para FSJ e 91,63% para FI. No caso do FSJ, os 23,66% restantes correspondem a indivíduos migrantes. Na FI, 3,07% correspondem a migrantes e os outros 5,3% representam algo proveniente de um lugar não amostrado.

DISCUSSÃO

De forma similar ao presente trabalho, diversos outros estudos que utilizaram o método de captura e recaptura para estimativas dos tamanhos populacionais de abelhas Euglossini, utilizando outras formas de marcação, também apresentaram um baixo número de indivíduos recapturados (KROODSMA, 1975; BRAGA, 1976; ACKERMAN, 1982; ACKERMAN & MONTALVO, 1985; MURREN, 2002; OTERO & SANDINO, 2003; SANDINO, 2004; TONHASCA et al, 2003; PEIXOTO, 2007). López-Uribe et al (2008) marcaram machos e fêmeas dessas abelhas em fontes de néctar e observaram a taxa de revisitação em diferentes fragmentos presentes em uma área urbana, obtendo uma taxa de recaptura maior das fêmeas. Este padrão de baixas recapturas para machos de Euglossini, pode ser atribuído a três fatores: (i) os machos têm poucos ou nenhum lugar/rota fixa para ser percorrida (ARMBRUSTER, 1993); (ii) essas abelhas possuem uma excelente capacidade de voo, sendo capazes de percorrer longas distâncias a partir dos pontos onde foram marcadas (JANZEN, 1971); e (iii) os machos são independente dos seus ninhos de origem, pois saem e não mais voltam, enquanto as fêmeas tem comportamento filopátrico (DODSON et al, 1969).

O método de remoção de parte dos tarsos para marcação dos indivíduos mostrou-se eficiente para este tipo de estudo, uma vez que não foi letal. A permanência da abelha na gaiola confeccionada com tubos de PVC e organza até recuperar os movimentos e voar, foi uma evidência de que o método não é letal para abelhas. Arias et al (2013) utilizou a remoção de parte do tarso de fêmeas nidificantes de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *grisescens* Lepeletier, 1841 como um método não letal para testar os marcadores microsatélites desenvolvidos para esta espécie.

Sabe-se que a probabilidade de recaptura aumenta progressivamente com o número de abelhas marcadas. Desde que no presente trabalho, uma baixa abundância de machos de *Euglossini* foi detectada para as cinco áreas de estudo, resultando, assim, em um número reduzido de machos marcados, os resultados do experimento de marcação e recaptura refletem o pequeno número de indivíduos marcados. Além disto, as baixas abundâncias observadas para as diferentes áreas corroboram os resultados obtidos por outros autores, os quais utilizando coletas mensais com duração de um ano em levantamentos realizados nos mesmos fragmentos (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011). Embora a abundância de *Euglossini* observada para os fragmentos de FES do Cerrado seja menor (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; presente estudo), quando comparado com outros trabalhos realizados em outros fragmentos de FES de Mata Atlântica (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; SILVEIRA et al, 2011), a composição e o número de espécies é muito semelhante, evidenciando a importância dos fragmentos de formações florestais inseridos no Cerrado para manutenção da riqueza dessas abelhas em áreas deste ameaçado bioma brasileiro.

Eg. imperialis e *Eg. cordata* foram as espécies mais abundantes e obtiveram as maiores taxas de recapturas em seus respectivos fragmentos. *Eg. imperialis* é uma espécie tipicamente florestal (MORATO, 1994; RÊBELO & SILVA, 1999), sendo amostrada em uma abundância considerável em ambientes úmidos (NEMÉSIO & FARIA Jr., 2004; FREITAS, 2009; MOURA & SCHLINDWEIN, 2009). A EEP, área onde essa espécie se mostrou mais abundante, é um contínuo de fitofisionomias características do Cerrado e possivelmente, os indivíduos de *Eg. imperialis* oriundos da mata de galeria foram atraídos pelas iscas aromáticas para fora desse ambiente devido a proximidade desse remanescente com a FES. Moura e Schlindwein (2009) afirmam que

Eg. imperialis é restrita às matas ciliares que margeiam o rio São Francisco no bioma da Caatinga, sendo ausentes em locais onde essas matas foram derrubadas.

Eg. cordata apresenta uma ampla distribuição geográfica e, embora associada a florestas, ocorre em diversos fragmentos independente da sua qualidade ambiental (TONHASCA et al, 2002; ROCHA-FILHO & GARÓFALO, 2013).

De um modo geral, essas espécies estão frequentemente presentes em estudos de marcação e recaptura realizados em ambientes florestais, apresentando proporções de recapturas maiores do que outras espécies de Euglossini (KROODSMA, 1975; PEIXOTO, 2007; TONHASCA et al, 2003; LÓPEZ-URIBE et al, 2008). Esse fato pode sugerir que essas espécies voltem a visitar fontes de recursos florais anteriormente identificadas em uma frequência maior que outras espécies (ACKERMAN, 1982).

Não houve diferença significativa entre a abundância e riqueza das abelhas amostradas no presente trabalho, com esforço de cinco dias, e coletas mensais por um ano realizadas nos mesmos fragmentos anteriormente (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011). A composição de espécies apresentou 83% de similaridade com esses estudos. Roubik (2004) afirma que uma pesquisa em um único dia tem grande utilidade, e pode revelar quase tanto sobre a estrutura da comunidade local, quanto estudos com duração de um ano inteiro. Assim estudos populacionais com esforço amostral concentrado são capazes de, além de proporcionar estimativas do tamanho populacionais, oferecer informações satisfatórias sobre a diversidade da comunidade.

No que se refere às análises genéticas, ao se considerar que todos os locos amplificados correspondem a locos heterólogos, ou seja, descritos para outras três espécies de *Euglossa* (*Eg. cordata*, *Eg. annectans* e *Eg. iopoecila* – respectivamente, SOUZA et al, 2007; PAXTON et al, 2009; PENHA, 2013), o total de alelos encontrados

em cada uma das duas populações foi relativamente expressivo. Particularmente, as estimativas de riqueza alélica (A_r) encontradas não diferem de forma marcante da encontrada por Rocha-Filho et al (2013), para outras espécies de Euglossini.

Um aspecto a ser ressaltado ainda é o fato das duas amostras terem apresentado um número elevado de alelos privados: 22 (FSJ) e 17 (FI). Tal resultado é sugestivo de que a diversidade genética está distribuída entre as duas amostras. Ou seja, de um total de 70 alelos encontrados para ambas as amostras, cerca de 31 (44,3%) foram alelos comuns às duas amostras, enquanto, o restante (55,7%) correspondeu a alelos exclusivos. Desta forma, em termos de conservação, deve ser considerado aqui o conjunto da diversidade genética distribuída entre as amostras de *Eg. pleosticta* dos dois fragmentos estudados.

Levando-se em conta o grande esforço amostral empregado na coleta de *Eg. pleosticta*, totalizando 68 horas de amostragem em cada área, sendo 20 horas deste total correspondente a um esforço concentrado de amostragem em um período de reconhecida atividade de Euglossini (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; SILVA, 2012), o reduzido número de machos de *Eg. pleosticta* coletados em cada área sugere um tamanho populacional reduzido para esta espécie em ambos os fragmentos de FES. Estudos de comunidades de Euglossini realizados em fragmentos de FES pertencentes ao bioma Mata Atlântica têm, usualmente, revelado uma abundância expressiva de *Eg. pleosticta* (REBÊLO & GARÓFALO, 1997; SOFIA et al, 2004; SILVEIRA et al, 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008), enquanto estudos em FES inseridos dentro do bioma Cerrado (*latu sensu*) indicam uma baixa abundância ou ausência desta espécie (SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011; TOSTA, 2012). Assim, é possível que as populações de *Eg. pleosticta* amostradas nos dois remanescentes de FES no presente trabalho sejam de fato reduzidas em tamanho. Deste modo, a conservação da

diversidade genética de tais populações merece ainda maior atenção, uma vez que populações de tamanhos reduzidos estão supostamente mais sujeitas à perda da sua diversidade genética (FRANKHAM et al, 2008).

Embora as amostras das duas áreas de FES não tenham mostrado estruturação genética, de acordo com ambos os estimadores (Φ_{ST} e D_{est}) empregados para as análises de diferenciação, uma análise mais cuidadosa e individualizada das frequências dos alelos encontrados para os diferentes locos revelam, pelo menos, dois aspectos relevantes que merecem ser aqui destacados: i) as frequências de alguns alelos, a exemplo dos alelos 148 (loco ann37) e 187 (Egc26), mostraram uma clara tendência à fixação com a perda dos outros alelos presentes nestes dois locos, o que representaria a médio ou longo prazo uma possível perda de diversidade genética (alelos menos frequentes tenderiam a desaparecer); ii) em alguns locos (ex. Egc51 e ann8) as frequências dos alelos mais frequentes tendeu a diferir nas duas amostras, embora, como destacado, os estimadores Φ_{ST} e D_{est} não mostraram diferenças significativas de modo a indicar estruturação genética entre as duas amostras. Além disto, a ausência de alelos raros (frequência < 5%) pode ser indicativa de gargalos populacionais (*bottleneck*), uma vez que tais gargalos tendem a eliminar primeiramente os alelos mais raros nas populações (MARUYAMA & FUERST, 1985). De fato, ao se observar cuidadosamente as frequências dos alelos encontrados em todos os locos, percebe-se claramente que, mesmo para os locos mais polimórficos (ex. Egc18, ann8, ann24, iop2, iop3), a frequência da maioria dos alelos é homogênea e superior a 5%. Este fato tem também importante implicação para a conservação da diversidade genética das populações amostradas para a região.

Finalmente, a estimativa de fluxo gênico fornecida pelo programa BeysAss, mostra que a amostra da FI contribui com parte da diversidade genética (23%) da

amostra da FSJ, sugere que um fluxo gênico, mesmo que limitado, parece estar ocorrendo regionalmente. Por outro lado, percebe-se que quase toda a diversidade genética da amostra do fragmento da FI provém de seus indivíduos, com uma parte menor (3%) originária da população presente na FSJ e de uma ou mais amostras não estudadas aqui.

As abelhas da tribo Euglossini são reconhecidas há longa data por sua elevada capacidade de dispersão (JANZEN, 1971), sendo os machos considerados como o sexo dispersor (CERÂNTOLA et al, 2010). Raw (1989) analisando a dispersão de *Eg. cordata*, uma espécie de tamanho corpóreo similar a *Eg. pleosticta*, entre fragmentos florestais de Mata Atlântica, constatou que os machos de *Eg. cordata* foram capazes de se deslocar por até 4 km por áreas desmatadas, entre fragmentos florestais. Resultados similares foram observados por Tonhasca et al (2003). Contudo, *Eg. cordata* tem sido apontada como uma espécie aparentemente tolerante à perturbações ambientais, sendo comumente encontrada em ambientes abertos e áreas urbanas (TONHASCA et al, 2002; ROCHA-FILHO & GARÓFALO, 2013). *Eg. pleosticta*, ao contrário, é uma espécie aparentemente mais comum em ambientes de mata (KNOLL & PENATTI, 2012; ROCHA-FILHO & GARÓFALO, 2013; CORDEIRO et al, 2013). Além disto, estudos realizados em áreas de cerrado *stricto sensu* revelam que *Eg. pleosticta* raramente é coletada em áreas mais abertas (ALVARENGA et al, 2007; JUSTINO & AUGUSTO, 2010; FREITAS, 2009).

Assim, apesar da ausência de diferenciação genética, uma possível limitação desta espécie por áreas mais abertas de cerrado deve ser considerada. Moura & Schlindwein (2009), em trabalho realizado às margens do Rio São Francisco, constataram que algumas espécies de Euglossini utilizam a mata de galeria para

dispersão, mas não penetram na caatinga que rodeia as margens, ficando restritas a esses ambientes florestais.

De qualquer forma, os resultados e conclusões acima apresentados, devem ser interpretados com cautela, em virtude do baixo número de amostras e indivíduos analisados, decorrentes da baixa abundância de *Eg. pleosticta* nos fragmentos de FES amostrados. Assim, não é possível fazer maiores extrapolações sobre a distribuição da diversidade genética entre as populações de *Eg. pleosticta* em remanescentes de FES do bioma Cerrado. Apesar disto, o conjunto de resultados obtidos apontam para algumas tendências que merecem ser melhor investigadas em estudos futuros envolvendo um maior número de fragmentos e se possível, amostras com maior número de indivíduos.

As principais causas apontadas para o declínio de polinizadores são as mudanças no ambiente causadas por atividades antrópicas, em especial a fragmentação e a perda de habitat, impactando de forma negativa as populações de Euglossini, sob aspectos de abundância, riqueza e composição (TONHASCA et al, 2002; SOFIA & SUZUKI, 2004; BROSI, 2009; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012; NEMÉSIO & SILVIERA, 2010). Dentre os fragmentos estudados, três foram considerados preservados (FMAF, FG e EEP) apresentando poucos distúrbios antrópicos, enquanto os outros dois (FI e FSJ) foram considerados com perturbação antrópica intermediária sob o ponto de vista florístico (LOPES et al, 2013). Apesar disso, dentre os fragmentos considerados preservados, a FMAF apresentou o segundo menor número de indivíduos e espécies capturados, 15 e seis, respectivamente. Outro destaque é a FSJ, considerada com preservação intermediária (LOPES et al, 2013), mas que apresentou o maior número de espécies e o segundo maior número em abundância.

As variações na abundância entre os fragmentos, poderiam ser explicadas pelas diferenças na diversidade florística dos remanescentes (LOPES, 2010). Considerando o

estudo de Lopes (2010) e a revisão de fontes de recursos para alimentação, nidificação e fragrâncias aromáticas de Ramirez et al (2002) foi possível a identificação do número de famílias utilizadas pela fauna de cada fragmento. A FMAF apresentou o menor número de famílias botânicas presentes na FES (9) utilizadas pelas abelhas desse fragmento. Apesar de Euglossini ser considerado um táxon de abelhas polinizadoras de uma gama de plantas, existem diversas famílias onde elas não obtêm nenhum recurso (RAMIREZ et al, 2002). A FSJ, apesar de possuir um grau de preservação considerado intermediário, apresentou 15 famílias botânicas utilizadas por Euglossini. Ambientes com preservação intermediária são capazes de manter uma comunidade maior de abelhas devido ao aumento da abundância floral, não só de espécies pioneiras ou de clímax, assim como a heterogeneidade temporal e espacial (WINFREE et al, 2007; SCHUEPP et al, 2012).

Deve-se ter cuidado para interpretação dos resultados apresentados acima, uma vez que o levantamento florístico utilizado para obtenção das famílias botânicas corresponde apenas a flora arbórea da fitofisionomia FES, sendo necessário também a composição florística do sub-bosque, herbáceas e epífitas para uma afirmação mais concreta. Além disso, todos os fragmentos podem estar sendo subestimados quanto ao número de famílias botânicas que podem ser utilizadas por Euglossini como fonte de recurso, uma vez que todos apresentam, pelo menos, um contínuo florestal com mata de galeria em seu interior.

As abelhas Euglossini em áreas de FES do Bioma Cerrado parecem apresentar pequenas populações e há algumas tendências de dominância de alguns alelos sobre outros para as populações de *Eg. pleosticta*. A ausência de alelos raros nas populações desta espécie pode ser um indicativo de gargalos populacionais, fato este que tem

importante implicação para a conservação da diversidade genética das populações de Euglossini no Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, J.D., Mesler, M.R., Lu, K.L., Montalvo, A.M. (1982) Food-Foraging Behavior of Male Euglossini (Hymenoptera: Apidae): Vagabonds or Trapliners? *Biotropica*. **14** (4),241-248
- Ackerman, J.D., Montalvo, A.M. (1985) Longevity of Euglossine Bees. *Biotropica*. **17** (1),79-81
- Aguiar, W.M., Gaglianone, M.C. (2008) Comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. *Neotrop. Entomol.***37**, 118-125
- Aguiar, W.M., Gaglianone, M.C. (2012) Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Entomol.* **56** (2), 210-219
- Almeida, F.S., Fungaro, M.H.P., Sodr , M.K. (2001) RAPD and isoenzyme analysis of genetic variability in three allied species of catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from the Tibagi River, Brazil. *J. Zool.* **253**, 113-120
- Alvarenga, P.E.F., Freitas, R.F., Augusto, S.C. (2007) Diversidade de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de cerrado do Tri ngulo Mineiro, MG. *Biosci. J.* **23**, 30-37
- Andrade-Silva, A.C.R., Nemésio, A., Oliveira, F.F., Nascimento, F.S. (2012) Spatial–Temporal Variation in Orchid Bee Communities (Hymenoptera: Apidae) in Remnants of Arboreal Caatinga in the Chapada Diamantina Region, State of Bahia, Brazil. *Neotrop. Entomol.* **41**, 296-305
- Arias, M. C., Atteke, C., Augusto, S. C., Bailey, J., Bazaga, P. B. et al. (2013) Permanent Genetic Resources added to Molecular Ecology Resources Database 1 February 2013–31 March 2013. *Molecular Ecol. Resources.* **13**, 546-549

- Armbruster, W.S. (1993) Within-Habitat Heterogeneity in Baiting Samples of Male Euglossine Bees: Possible Causes and Implications. *Biotropica*. 25 (1), 122-128
- Awise, J.C., Hamrick, J.L. (1996) Conservation genetics, case histories from nature. Chapman & Hall, New York.
- Bichoff, I. (2003) Population dynamics of the solitary digger bee *Andrena vaga* Panzer (Hymenoptera, Andrenidae) studied using mark-recapture and nest counts. *Popul. Ecol.* **45**, 197-204
- Braga, P.I.S. (1976) Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Ciência e cultura*. **28** (7), 767-773
- Brescia, T. T. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) e associação com iscas odores em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Uberlândia-MG. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- Brosi, B.J. (2009) The effects of forest fragmentation on euglossini bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biol. Conserv.* **142**, 414-423
- Cerântola, N.C.M., Oi, C.A., Cervini, M., Del Lama, M.A. (2010) Genetic differentiation of urban populations of Euglossacordata from the state of São Paulo, Brazil. *Apidologie*, DOI: 10.1051/apido/2010055
- Cordeiro, G.D., Boff, S., Caetano, T.A., Fernandes, P.C., Alves-dos-Santos, I. (2013) Euglossine bees (Apidae) in Atlantic forest areas of São Paulo State, southeastern Brazil. *Apidologie*. **44**, 254-267
- Crawford, N.G. (2010) SMOGD: software for the measurement of genetic diversity. *Molecular Ecol. Resources*. **10**, 556-557
- 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. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **13**, 373-394

- Eiten, G. (1972) The cerrado vegetation of Brazil. *Bot.Ver.* **38**(2), 201-341.
- Excoffier, L., Smouse, P.E., Quattro, J.M. (1992) Analysis of Molecular Variance Inferred From Metric Distances Among DNA Haplotypes: Application to Human Mitochondrial DNA Restriction Data. *Genetics*. **131**, 479-491
- Excoffier, L., Lischer, H.E.L. (2010) Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecol. Resources*. **10**, 564-567
- Faria, L.R.R., Silveira, F.A. (2011) The orchid bee fauna (Hymenoptera, Apidae) of a core area of the Cerrado, Brazil: the role of riparian forests as corridors for forest-associated bees. *Biota Neotrop.* **11**, 87-94
- Frankham, R., Ballou, J.D., Briscoe, D.A. (2008) *Genética da Conservação*. Editora SBG, Ribeirão Preto
- Freitas, R.F. (2009) Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (hymenoptera: Apidae) em fitofisionomias do bioma cerrado em Uberlândia, MG. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009
- Janzen, D.H. (1971) Euglossine Bees as Long-Distance Pollinators of Tropical Plants. *Science*. **171** (3967), 203-205
- Jost, L. (2008) G_{ST} and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecol.* **17**, 4015-4026
- Justino, D.G., Augusto, S.C. (2010) Avaliação da eficiência de coleta utilizando armadilhas aromáticas e riqueza de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas de Cerrado no Triângulo Mineiro. *Rev. Bras. Zool.* **12**, 227-239
- Kimura, M., Crow, J.F. (1964) The number of alleles that can be maintained in a finite population. *Genetics*. **49**, 725-738
- Knoll, F.R.N., Penatti, N.C. (2012) Habitat Fragmentation Effects on the Orchid Bee Communities in Remnant Forests of Southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* **41**, 355-365

- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. **15** (3), 259-263
- Krebs, C.J. (2013) *Ecological Methodology*, University of British Columbia, Vancouver
- Kroodsmá, D.E. (1975) Flight Distances of Male Euglossine Bees in Orchid Pollination. *Biotropica*. **7** (1), 71-72
- Lopes, S.F. Padrões florísticos e estruturais das Florestas Estacionais Semidecíduais do Triângulo Mineiro, MG (2010) 192 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- Lopes, A.V., Machado, I.C., Aguiar, A.V., Rebêlo, J.M.M. (2007) A scientific note on the occurrence of Euglossini bees in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Apidologie*. **38**, 472-473
- Lopes, S.F., Oliveira, A.P., Dias Neto, O.C., Vale, V.S., Gusson, A.E., Schiavini, I. (2008) Estrutura e grupos ecológicos em uma floresta estacional semidecidual em Uberlândia, MG., in: II Simpósio Internacional Savanas Tropicais e IX Simpósio Nacional Cerrado, Brasília. *Simpósio Cerrado Anais Embrapa Cerrados, Planaltina*. pp. 1-7
- Lopes, S.F., Schiavini, I., Prado Júnior, J.A., Gusson, A.E., Souza Neto, A.R. et al. (2011) Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, na Fazenda experimental do Glória, Uberlândia, MG. *Biosci. J.* **27**(2) 322-335
- Lopes, S.F., Prado Júnior, J.A., Vale, V.S., Schiavini, I. (2013) Impactos ambientais antrópicos como modificadores da estrutura e funcionalidade de florestas estacionais semidecíduais no Triângulo Mineiro, Brasil. *Caminhos da Geografia*. **14** (47), 233-242
- López-Urbe, M.M., Oi, C.A., Del Lama, M.A. (2008) Nectar-foraging behavior of Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in urban areas. *Apidologie*. **39**, 410-418
- Maruyama, T., Fuerst, P.A. (1985) Population bottlenecks and nonequilibrium models in population genetics. II. Number of alleles in a small population that was formed by a recent bottleneck. *Genetics*. **111**, 675-689

- Mattozo, V.C., Faria, L.R.R., Melo, G.A.R. (2011) Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in the coastal forests of southern Brazil: diversity, efficiency of sampling methods and comparison with other Atlantic forest surveys. *Papéis Avulsos de Zoologia*. **51** (33), 505-515
- 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. Paraense Emílio Goeldi, sér. Zool.* **10** (1), 95-105
- Moura, D.C., Schlindwein, C. (2009) Mata Ciliar do Rio São Francisco como Biocorredor para Euglossini (Hymenoptera Apidae) de Florestas Tropicais Úmidas. *Neotrop. Entomol.* **38** (2), 281-284
- Murren, C.J. (2002) Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *J. Ecol.* **90**, 100-107
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. **403**, 853-858
- Nemésio, A., Faria Jr., L.R.R. (2004) First assessment of orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina) of Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. *Lundiana*. **5**, 113-117
- Nemésio, A., Silveira, F.A. (2010) Forest fragments with larger core areas better sustain diverse orchid bee faunas (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). *Neotrop. entomol.* **39**(4), 555-561
- Oliveira, M.L., Campos, L.A.O. (1995) Abundância, riqueza e diversidade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revta bras. Zool.* **12** (3), 547-556
- Otero, J.T., Sandino, J.C. (2003) Capture Rates of Male Euglossine Bees across a Human Intervention Gradient, Choco Region, Colombia. *Biotropica*. **35** (4), 520-529
- Paxton, R.J., Zobel, M.U., Steiner, J., Zillikens, A. (2009) Microsatellite loci for *Euglossa annectans* (Hymenoptera: Apidae) and their variability in other orchid bees. *Molecular Ecol. Resources*. **9**(4), 1221-1223

- Peakall, R., Smouse, P.E. (2012) GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research--an update. *Bioinformatics*. **28**, 2537–2539
- Peixoto, R.F. (2007) Abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) EmDois Remanescentes de Mata Atlântica em Área Urbana, João Pessoa, Paraíba – Brasil. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2007.
- Penha, R.E.S. (2013) Estrutura genética populacional da abelha *Euglossa iopoecila* (Apidae, Euglossini) de remanescentes de Mata Atlântica. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.
- Peruquetti, R.C., Campos, L.A.O. (1997) Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* (Blanchard) (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Revta bras. Zool.* **14** (1), 91-97
- Peruquetti, R.C., Campos, L.A.O., Coelho, C.D.P., Abrantes, C.V.M., Lisboa, L.C.O. (1999) Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Revta. bras. Zool.* **16**, 101-118
- Petit, R.J., Mousadik, A., Pons, O. (1998) Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. *Conserv. Biol.* **12** (4), 844-855
- Pires, G.C. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Mata Estacional Semidecidual, no domínio do Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- Prado Júnior, J.A., Vale, V.S., Oliveira, A.P., Gusson, A.E., Dias Neto, O.C., Lopes, S.F., Schiavini, I. (2009) Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento defloresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da fazenda Irara, Uberlândia, MG. *Biosci. J.* **26** (4), 638-647
- Prado Júnior, J.A., Lopes, S.F., Vale, V.S., Oliveira, A.P., Gusson, A.E., et al. (2011) Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, Uberlândia, MG. *Caminhos de Geografia.* **12** (39), 81-93

- Ramalho, A.V., Gaglianone, M.C., Oliveira, M.L. (2009) Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* **53** (1), 95-101
- Ramírez, S., Dressler, R.L., Ospina, M. (2002) Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) from the Neotropical Region: A species checklist with notes on their biology. *Biota Colombiana*. **3** (1) 7-118
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S. (1997) The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Ann. Botany*. **80**, 223-230
- Raw, A. (1989) The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Entomol.* **33** (1), 103-107
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1991) Diversidade e Sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas odores em um fragmento de floresta no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* **51**, 787-799
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1997) Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em matas decíduas do Nordeste do estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomol. Bras.* **26** (2) 243-255
- Rebêlo, J.M.M., Silva, F.S. (1999) Distribution of Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in Maranhão State, Brazil. *An. Soc. Entomol. Bras.* **28**(3) 389-401
- Ribeiro, J.F., Silva, J.C.S., Batmanian, G.J. (1985) Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. *Rev. Bras. Bot.* **8** (2), 131-142
- Rocha-Filho, L.C., Garófalo, C.A. (2013) Community ecology of euglossine bees in the coastal Atlantic Forest of São Paulo State, Brazil. *J. Insect Scien.* **13**(23) 1-19
- Rocha-Filho, L.C., Cerântola, N.C.M., Garófalo, C.A., Imperatriz-Fonseca, V.L., Del Lama, M.A. (2013) Genetic differentiation of the Euglossini (Hymenoptera, Apidae) populations on a mainland coastal plain and an island in southeastern Brazil. *Genetica*. **141**, 65-74
- Roubik, D.W., Ackerman, J.D. (1987) Long-Term Ecology of Euglossine Orchid-Bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia*. **73**, 321-333

- Roubik, D. W., Hanson, P. E. (2004) Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo / Orchid bees of tropical America: Biology and field guide. Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Roubik, D.W. (2004) Long-term studies of solitary bees: What the orchidbees are telling us, in: Freitas, B.M. and Pereira, J.O.P. (Eds.), Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination. Federal University of Ceará, Ceará, pp. 97-103
- 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
- Schuelke M (2000) An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. *Nature Biotechnology.* **18**, 233-234
- Schuepp, C., Rittiner, S., Entling, M.H. (2012) High Bee and Wasp Diversity in a Heterogeneous Tropical Farming System Compared to Protected Forest. *PLoS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0052109
- Silva, F.S., Rebêlo, J.M.M. (1999) Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. *Acta Amazonica.* **29** (4), 587-599
- Silva, F.S. (2012) Orchid bee (Hymenoptera: Apidae) community from a gallery forest in the Brazilian Cerrado. *Rev. Biol. Trop.* **60** (2), 625-633
- Silva, O., Rego, M.M.C., Albuquerque, P.M.C., Ramos, M.C. (2009) Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. *Ecol., Behavior and Bionomics.* **38** (2), 186-196
- Silva, D.P., Aguiar, A.J.C., Melo, G.A.R., Anjos-Silva, E.J., Marco Jr, P. (2013) Amazonian species within the Cerrado savanna: new records and potential distribution for *Aglae caerulea* (Apidae: Euglossini). *Apidologie*, DOI: 10.1007/s13592-013-0216-7
- Silveira, G.C., Nascimento, A.M., Sofia, S.H., Augusto, S.C. (2011) Diversity of the euglossine bee community (Hymenoptera, Apidae) of an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **55**(1), 109–115

- Silveira, G. C. (2010) Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (Hymenoptera: Apidae) em duas áreas de mata estacional semidecidual no domínio do cerrado no Triângulo Mineiro, MG. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- Sofia, S. H., Suzuki, K. M. (2004) Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no Sul do Brasil. *Neotropical Entomology*. **33**(6), 693-702
- Sofia, S.H., Santos, A.M., Silva, C.R.M. (2004) Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia*. **94** (2), 217-222
- Souza, R.O., Cervini, M., Del Lama, M.A., Paxton, R.J. (2007) Microsatellite loci for euglossine bees (Hymenoptera: Apidae). *Molecular Ecology Notes*, DOI: 10.1111/j.1471-8286.2007.01878.x
- Storck-Tonon, D., Morato, E.F., Melo, A.W.F., Oliveira, M.L. (2013) Orchid Bees of forest fragments in Southwestern Amazonia. *Biota Neotrop*. **13** (1), 133-141
- Tonhasca Jr., A., Blackmer, J. L., Albuquerque, G. S. (2002) Within-habitat heterogeneity of euglossine bee populations: a re-evaluation of the evidence. *J. Trop. Ecol.* **18**, 929-933
- Tonhasca Jr., A., Albuquerque, G.S., Blackmer, J.L. (2003) Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *J. Trop. Ecol.* **19**, 99-102
- Tosta, T.H.A. (2012) Abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no bioma Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- Vale, V.S., Schiavini, I., Lopes, S.F., Dias Neto, O.C., Oliveira, A.P., Gusson, A. E. (2009) Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de floresta estacional semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea*. **36** (3), 417-429

- Viana, B.F., Kleinert, A.M.P., Neves, E.L. (2002) Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* **46**(4), 539-545
- Walsh, J., Honeycutt, R.J., McClelland, M., Sobral, B.W.S. (1991) Parentage determination in maize hybrids using the arbitrarily primed polymerase chain reaction (AP-PCR). *Theor. Appl. Genet.* **82**, 473-476
- Winfree, R., Griswold, T., Kremen, C. (2007) Effect of Human Disturbance on Bee Communities in a Forested Ecosystem. *Conserv. Biol.* **21**(1), 213-223
- Wright, S. (1951) The genetical structure of population. *Am. J. Eugenics.* **15**, 323-324

Capítulo 2 - Comunidade de Euglossini (Apidae) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Mata de Galeria: efeito da sazonalidade e fitofisionomia na abundância de abelhas

RESUMO

Diversos fatores determinam a ocorrência de espécies em determinados ambientes. As abelhas Euglossini são um táxon tipicamente florestal e estão presentes em diversos biomas. O bioma Cerrado possui diferentes formações florestais, dentre elas a Floresta Estacional Semidecidual (FES) e a Mata de Galeria (MG), o que contribuem de forma significativa para o aumento da riqueza dessas abelhas no bioma. Considerando a diferença florística e de micro-habitat entre FES e MG, o objetivo do trabalho foi determinar a influência desses dois tipos de fitofisionomias e da estação do ano, na comunidade de abelhas Euglossini. Além disso, é proposto um possível corredor ecológico utilizado por essas abelhas na região. Foram realizadas campanhas mensais de outubro de 2012 a setembro de 2013 em dois remanescentes, um de FES e outro de MG, distantes entre si 100 metros, utilizando sete iscas aromáticas. Posteriormente foi realizado um experimento de marcação e recaptura com duração de cinco dias para avaliar a transição dos indivíduos entre os fragmentos. A abundância, riqueza e composição desses dois fragmentos foram comparados com outro fragmento de FES, anteriormente amostrado em março de 2013. Foram capturados 253 indivíduos pertencentes a três gêneros e 14 espécies. *Eulaema nigrita* e *Euglossa cordata* foram as duas espécies mais abundantes nos dois fragmentos. Na campanha de coletas sequenciais de cinco dias, foram marcadas 118 abelhas e 11 foram recapturas, sendo cinco recapturadas na fitofisionomia onde não foram marcadas inicialmente. Não houve diferença significativa tanto na abundância quanto na riqueza entre os dois fragmentos, entretanto houve interação entre os fatores estação e fitofisionomia quanto a abundância dos indivíduos. O maior número de capturas de indivíduos ocorreu na FES, na estação úmida. Não houve diferença significativa, tanto na abundância quanto na riqueza, entre os dois fragmentos amostrados no presente trabalho com o fragmento de FES da Fazenda São José (dados do primeiro capítulo), sendo a similaridade da FES/MG de 65% e 48% entre a FES presente na Fazenda São José e este grupo. Um possível corredor ecológico para região foi proposto. Além de fatores abióticos que influenciam a composição de Euglossini, fatores bióticos, como locais para nidificação, também são determinantes para ocorrência de certas espécies, sendo o solo um dos locais utilizados por essas abelhas. O solo presente na MG é constantemente inundável, agindo negativamente sobre os ninhos que possam ser construídos nessa fitofisionomia. Assim, a seleção de habitat não se limita apenas a recursos florais.

Palavras-chave: Euglossini, Cerrado, fitofisionomia, corredor ecológico, marcação-recaptura

ABSTRACT

Several factors determine the occurrence of species in certain environments. The Euglossini bees are a typical forest taxon and are present in different biomes. The Cerrado biome has different forest types, among them seasonal semideciduous forest (SSF) and gallery forest (GF), which contribute significantly to the increase of bee richness in these biome. Considering the floristic difference and microhabitat between SSF and GF, the aim was to determine the influence of these two physiognomies and the season on the Euglossini bees community. Furthermore, it is propose a possible corridor used by these bees in the region. Monthly campaigns from October 2012 to September 2013 were conducted in two fragments, one of SSF and other of GF, approximately 100 meters far among them, using seven aromatic baits. Subsequently we performed a mark-recapture experiment with a duration of five days to evaluate the transition of individuals between fragments. The abundance, richness and composition of these two fragments were compared with another fragment of SSF previously sampled in march/2013. Two hundred fifty three individuals belonging to three genera and 14 species were captured. *Eulaema nigrita* and *Euglossa cordata* were the two most abundant species in both fragments. In sequential samples from five days survey, 118 bees were tagged and 11 were recaptures, and five recaptured in physiognomies which were not originally tagged. There was no significant difference in abundance and richness between the two fragments, however, there was interaction between the factors season and physiognomies as to abundance of individuals. The largest number of captures of individuals occurred in SSF, in the wet season. There was no significant difference in the abundance and richness between the two fragments sampled in this study with the fragment of FES from São José farm (data from the first chapter), with a similarity of the FES/MG 65% and 48% between FES present at São José farm and this group. A possible ecological corridor for the region is proposed. In addition to abiotic factors that influence the composition of Euglossini, biotic factors, such as nesting sites, are also critical for the occurrence of certain species. The soil of GF is constantly flooded, acting negatively on the nests that can be built in this vegetation type. Thus, habitat selection is not limited just by floral resources.

Key words: Euglossini, Cerrado, physiognomies, ecological corridor, mark-recapture.

INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico de imensa importância e tem como principal grupo executor as abelhas (ROUBIK, 1995). As abelhas Euglossini, exclusivas da região Neotropical, com aproximadamente 210 espécies descritas (MOURE et al, 2007) são responsáveis pela polinização de espécies de aproximadamente 200 gêneros distribuídos em 69 famílias botânicas em todos os estágios sucessionais florestais (JANZEN, 1971; DRESSLER, 1982; ACKERMAN, 1985; REBÊLO, 2001; RAMÍREZ et al, 2002; CORTOPASSI-LAURINO et al, 2009). Devido a habilidade destas abelhas de voar grandes distâncias em pouco tempo, são consideradas importantes polinizadores (JANZEN, 1971). Essas abelhas possuem uma coloração metálica característica, uma glossa longa (KIMSEY, 1980; CAMERON, 2004) e uma distribuição ampla no continente Americano, desde o estado da Flórida (EUA) até a Argentina (ROUBIK & HANSON, 2004). Sua abundância, riqueza e composição estão correlacionadas à qualidade do habitat, sendo consideradas importantes bioindicadores (TONHASCA et al, 2002).

Uma característica marcante dessa tribo é a relação dos machos com espécies da família Orchidaceae, o que torna o grupo popularmente conhecidos como “abelhas das orquídeas”. Estima-se que aproximadamente 10% das espécies de orquídeas neotropicais (RAMÍREZ et al, 2002) sejam polinizadas por machos de Euglossini ao visitá-las para a coleta de compostos aromáticos. Além das orquídeas, os machos visitam outras espécies botânicas em busca dessas fragrâncias aromáticas (DODSON, 1966, 1967, 1975; HILLS et al, 1972; RAMÍREZ et al, 2002; SINGER & SAZIMA, 2004), além de outras fontes como fungos, fezes e cadáveres de outros machos (ROUBIK & HANSON, 2004). Atualmente, as hipóteses mais aceitas têm mostrado

que essas fragrâncias são usadas para comportamentos de coorte e demarcação territorial (DRESSLER, 1982; CAMERON, 2004; ELTZ et al, 2005).

A produção sintética dos compostos coletados pelos machos em ambientes naturais foi determinante para um maior conhecimento da diversidade (JANZEN, 1981; REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012), biogeografia (RAMÍREZ et al, 2010) e aspectos da biologia do grupo (ELTZ et al, 2003; BEMBÉ, 2004).

A distribuição dessas abelhas no Brasil abrange uma variedade de altitudes e biomas (ALVARENGA et al, 2007; ABRAHAMCZYK et al, 2011; ANDRADE-SILVA et al, 2012; ROCHA-FILHO & GARÓFALO, 2013; ABRAHAMCZYK et al, 2013), sendo consideradas mais diversas em biomas mais úmidos, como a Floresta Atlântica e Amazônica, com aproximadamente 51 e 127 espécies descritas, respectivamente (DRESSLER, 1982; NEMÉSIO & SILVEIRA, 2007).

O bioma Cerrado possui várias fitofisionomias que vão desde campos abertos a áreas com dossel chegando a 12 – 15 metros (RATTER et al, 1995). O mosaico de fitofisionomias inclui campos abertos cobertos por gramíneas (campos limpos), vegetação característica de savanas (cerrado *sensu stricto*), florestas decíduas e semidecíduas, além de corredores de florestas associados a corpos d'água (OLIVEIRA & RATTER, 1995; RIBEIRO & WALTER, 1998), sendo a densidade de árvores e arbustos uma das variáveis mais evidentes (RIBEIRO et al, 1985).

Atualmente, as fitofisionomias florestais correspondem a 32% das áreas naturais restantes do Bioma Cerrado (SANO et al, 2009). De acordo com vários estudos realizados em remanescentes de floresta estacional semidecidual (FES) e mata de galeria no Cerrado (NEMÉSIO & FARIA JR., 2004; FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010), a fauna de Euglossini destes remanescentes têm apresentado aproximadamente o

mesmo número de espécies de abelhas Euglossini presentes em outros pequenos fragmentos (< 100 hectares) de florestas úmidas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (SILVEIRA et al, 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2012). Estudos mais recentes (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010) levantaram a hipótese de que a presença de fitofisionomias florestais (mata de galeria e mata mesofítica) e de remanescentes de FES são fatores determinantes para a manutenção de uma maior riqueza de Euglossini no bioma Cerrado.

A FES e mata de galeria são influenciadas, na sua composição florística, pelas espécies Amazônicas e de Mata Atlântica, uma vez que a presença de cursos d'água permitiu o acesso de espécies desses dois biomas (PRANCE, 1982; LEITÃO-FILHO, 1987). Sabe-se, no entanto, que a composição florística de FES e mata de galeria diferem entre si devido a variações de umidade, fertilidade e condições físicas do solo (DURIGAN et al, 2000; CARDOSO & SCHIAVINI, 2002). Tal diferença na estruturação pode determinar a distribuição geográfica local de espécies de abelhas, uma vez que fatores como o clima, a estrutura vegetacional e recursos florais podem determinar a presença de espécies (ROSENZWEIG, 1995; ARMBRUSTER, 1993; WCISLO & CANE, 1996; ABRAHAMCZYK et al, 2011; ANDRADE-SILVA et al, 2012; AGUIAR & GAGLIANONE, 2012).

Considerando-se que (i) distâncias reduzidas aparentemente não constituem barreiras ao deslocamento de machos de Euglossini (RAW, 1989; MURREN, 2002; TONHASCA et al, 2003), (ii) a heterogeneidade da flora dos fragmentos de FES e mata de galeria (DURIGAN et al, 2000; CARDOSO & SCHIAVINI, 2002) e (iii) as duas estações bem definidas (quente e úmida, fria e seca) que o Cerrado apresenta (KOTTEK et al, 2006), o presente trabalho teve como objetivos: (1) comparar a abundância, riqueza e composição de abelhas das orquídeas entre um fragmento de FES e um de

mata de galeria considerando a heterogeneidade destes ambientes; (2) comparar a riqueza e a abundância das abelhas nas duas fitosifionomias, de acordo com as estações do ano; (3) verificar a existência de deslocamento destas abelhas entre os fragmentos por meio do método de captura e recaptura múltiplas; (4) comparar a fauna de abelhas dos fragmentos estudados com outro fragmento localizado a três km de distância, considerando a existência de um possível corredor para dispersão.

MATERIAL E MÉTODOS

1.1 – Áreas de coleta

O estudo foi realizado na Fazenda Marimbondo (FM) (18° 53' 28" S/48° 12' 03" W). A área está localizada no município de Uberlândia, distante aproximadamente 8 km do centro da cidade. A fazenda possui dois fragmentos separados por 100 metros de pastagem, caracterizado como Floresta Estacional Semidecidual (FES) (17 hectares) e outro como Mata de Galeria (MG) (32 hectares) (Figura 1). Os dois fragmentos apresentam sinais evidentes de degradação, como corte seletivo de árvores, queimadas e presença de rastros de gado. A matriz de entorno é utilizada para criação de bovinos.

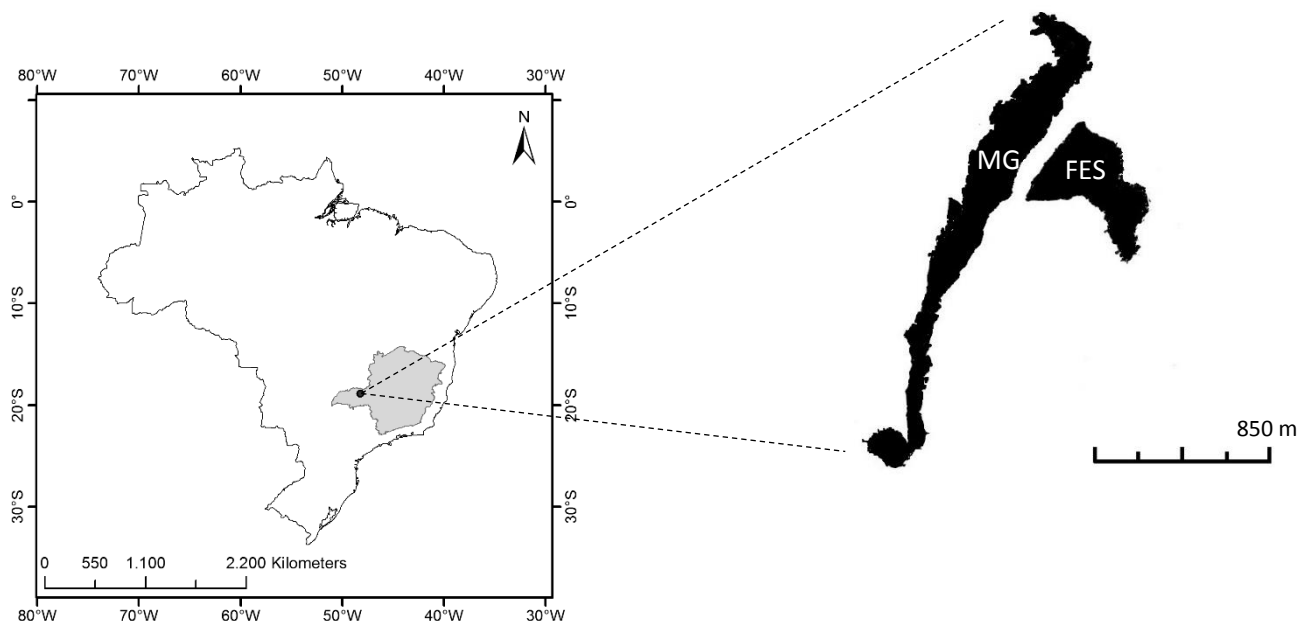


Figura 1 – Fragmento de mata de galeria (MG) e de floresta estacional semidecidual (FES) presentes na Fazenda Marimbondo, município de Uberlândia, sudeste do Brasil, distantes entre si aproximadamente 100 metros.

O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Koppen. É um clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18° C (KOTTEK et al, 2006).

1.2 – Coleta de dados

Os machos de Euglossini foram amostrados durante um ano, abrangendo as duas estações características da região, no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. As coletas foram realizadas uma vez por mês preferencialmente das 09 às 13 horas, horário em que se observa uma maior frequência de visitas às iscas (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997), totalizando 48 horas de amostragem em cada fragmento. Em cada área foi definido um ponto de amostragem, com distância superior a 50 metros a partir da borda. Para este levantamento foram utilizadas sete iscas-odoríferas:

eucaliptol, eugenol, vanilina, salicilato de metila, acetato de benzila, β – ionona e cinamato de metila. Para atração dos machos, foram amarrados com barbante em um ramo da vegetação, chumaços de papel absorvente (um para cada isca), aproximadamente a 1,5 metros de altura. Os chumaços foram umedecidos a cada duas horas com os respectivos compostos devido à volatilidade das substâncias.

Os indivíduos foram capturados com auxílio de rede entomológica e acondicionados em potes, um para cada isca. Após a coleta o material foi transportado para o laboratório, alocado no freezer, para que os indivíduos morressem por congelamento, e posteriormente cada um deles teve sua perna anterior direita removida para futuras análises moleculares. Após esse procedimento, o indivíduo foi alfinetado e posteriormente acondicionado na Coleção Entomológica do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) da Universidade Federal de Uberlândia. A identificação foi feita com auxílio da chave de identificação proposta por Rebêlo & Moure (1995). Contudo, indivíduos das diferentes espécies tiveram a identificação confirmada ou foram diretamente identificados pelo Dr. Gabriel Augusto Melo, da Universidade Federal do Paraná.

A fim de verificar a mobilidade dos machos de Euglossini entre os fragmentos, foram realizadas coletas simultâneas com duração de cinco dias, no mês outubro, logo após o término das coletas mensais. Considerando a efetividade do método, os machos foram coletados usando-se os mesmos procedimentos descritos para as coletas mensais. Após a captura, estes foram colocados em recipientes com gelo por 10 minutos, identificados *in loco* usando lupa de mão e marcados com remoção do pré-tarso e de um dos tarsômeros (PTT) e marcas de caneta Sharpie (marcador permanente atóxico) preta nas asas. Para diferenciar o remanescente de origem do macho identificado com a marcação, os indivíduos capturados foram marcados em lados diferentes do corpo em

correspondência para cada fragmento estudado. Deste modo, foi possível diferenciar não só o conjunto de espécimes coletados em um dia dos outros dias, como também o fragmento no qual a abelha foi capturada pela primeira vez. Na FES as abelhas tiveram o PTT esquerdos retirados de acordo com o dia de coleta, seguindo a ordem: perna anterior esquerda, mediana esquerda, posterior esquerda, anterior esquerda mais mancha na asa, mediana esquerda mais mancha na asa, totalizando assim cinco dias (Figura 2). Na MG o procedimento foi similar, mudando apenas o lado em que os tarsos foram retirados, passando a ser o direito.

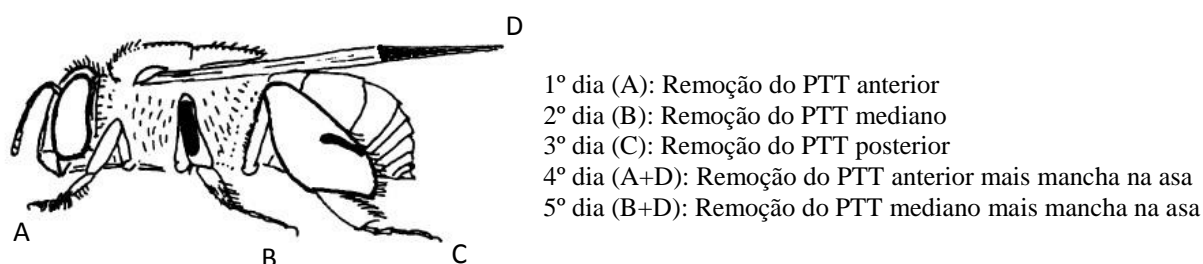


Figura 2 - Metodologia de marcação utilizada para estudo das populações de abelhas da tribo Euglossini por cinco dias consecutivos. Remoções feitas no lado esquerdo representam o fragmento FES e remoções feitas no lado direito representam o fragmento MG. *Esquema de macho de Euglossini retirado de Dodson et al, 1969.

O PTT coletado dos indivíduos foi armazenado em microtubos plásticos (1,5 ml), contendo de álcool absoluto e, posteriormente acondicionados em freezer. Após a remoção de parte dos tarsos, os indivíduos foram deixados em potes com furos para ventilação, até voltarem a ter seus movimentos de locomoção e voo. Somente após recobrar os movimentos é que os machos foram soltos. Para evitar a pseudo-replicação, os indivíduos recapturados foram mantidos presos e soltos ao final de cada coleta.

A identificação *in loco* foi possível usando-se material de referência das espécies já amostradas nas áreas do levantamento anual realizado anteriormente. Quando isto não

pôde ser feito o espécime foi sacrificado e levado o laboratório para identificação e incorporação à coleção do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas da Universidade Federal de Uberlândia.

1.3 – Análise dos dados

Foi calculada a frequência de ocorrência (FO) e dominância (D) para as espécies de Euglossini coletadas para cada área separadamente (PALMA, 1975). A frequência de ocorrência avaliada a partir da equação $FO = \text{número de amostras com a espécie } i / \text{número de amostras total} \times 100$, se $FO \geq 50\%$ indica que a espécie é muito frequente (mf), se $25\% \leq FO < 50\%$ a espécie é indicada como frequente (f), se $FO < 25\%$, a espécie é indicada como pouco frequente (pf). A dominância foi calculada como: $D = \text{Abundância da espécie } i / \text{abundância total} \times 100$. Quando $D \geq 5\%$ a espécie foi considerada dominante (d), se $2,5\% \leq D < 5\%$ espécie é acessória (a) e quando $D < 2,5\%$ significa que a espécie é ocasional (oc). Estes índices quando analisados em conjunto são usados para agrupar as espécies em três categorias: $mf + d =$ espécies comuns (C), $pf + oc =$ raras (R) e as outras combinações = intermediárias (I). Os índices de diversidade de espécies foram calculados pela função de Shannon-Wiener: $H' = -\sum p_i \times \ln p_i$, onde p_i é a proporção dos indivíduos pertencentes a i-esima espécie e \ln o logaritmo neperiano (PIELOU, 1975), sendo utilizado o programa PAST 2.17 (HAMMER et al, 2001) para verificar diferenças entre os valores de cada fragmento. Também foi calculado o índice de equabilidade de Pielou (J').

O teste Anova fatorial foi utilizado para avaliar diferenças na abundância e riqueza, sendo considerados como fatores, a estação do ano e o fragmento amostral (ZAR, 2010). Além disso, a diferença na atratividade das iscas, tanto para abundância

quanto para riqueza, foi testada através do teste de Kruskal-Wallis e o teste a posteriori de Tukey-Type também foi realizado (ZAR, 2010). Foi utilizado o programa SYSTAT 10.2 para realizar as análises.

A abundância, riqueza e composição foram comparadas com as amostragens obtidas no fragmento de FES na Fazenda São José (dados apresentados no capítulo 1), distante aproximadamente 3 km dos fragmentos. Os dados utilizados para a comparação foram aqueles obtidos durante as amostragens concentradas, realizadas na Fazenda Marimbondo para testar o deslocamento entre os fragmentos. A Fazenda São José foi escolhida por ser a mais próxima dos fragmentos da Fazenda Marimbondo e pela presença de pequenas manchas entre ela e os fragmentos estudados, os quais podem funcionar como corredores de ligação (Figura 3). A abundância e a riqueza dos fragmentos foram comparadas utilizando o teste Anova e Kruskal-Wallis, respectivamente (ZAR, 2010). Para o teste Anova os dados sofreram uma transformação logarítmica. A similaridade entre os fragmentos foi avaliada utilizando o índice de Bray-Curtis, que leva em consideração a composição e os valores de abundância. Os valores obtidos foram submetidos a uma análise de agrupamento UPGMA, utilizando o programa FITOPAC 2.0. Para as análises foram excluídos os indivíduos recapturados nos fragmentos da Fazenda Marimbondo.

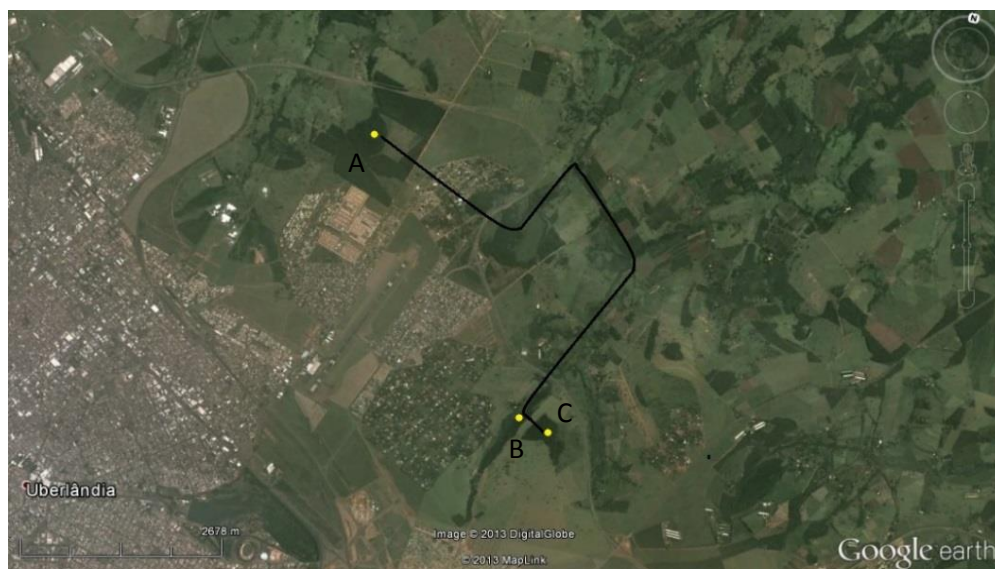


Figura 3 – Imagem da Região de Uberlândia retirada do Google Earth mostrando a localização dos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda São José (A) e Fazenda Marimbondo (B) e de Mata de Galeria na Fazenda Marimbondo (C). A rota delineada ilustra um possível corredor ecológico para o deslocamento das abelhas *Euglossini* entre estes fragmentos.

RESULTADOS

Durante o ano de estudo, foram coletados 253 machos de abelhas *Euglossini*, pertencentes a três gêneros e 13 espécies. Na FES foram amostrados 155 indivíduos, pertencentes a três gêneros e 12 espécies. Por sua vez na MG, foram coletados 98 indivíduos, pertencentes a três gêneros e nove espécies. Os dois fragmentos apresentaram as mesmas duas espécies mais abundantes, *Euglossa* (*Euglossa*) *cordata* Linnaeus, 1758 com 48,3% e 41,8% e *Eulaema* (*Apeulaema*) *nigrita* Lepeletier, 1841 com 20% e 20,2% na FES e MG, respectivamente (Tabela 1). Merece destaque a presença de insetos foréticos presos à região pleural do tórax. Estes insetos foram encontrados em dois dos sete indivíduos de *Exaerete smaragdina* Guérin, 1844, um na FES e outro na MG (Figura 4).

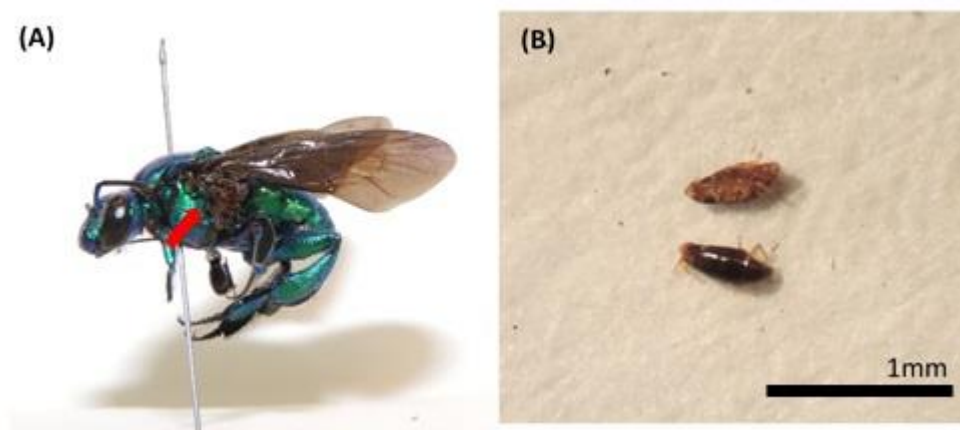


Figura 4 – (A) *Exaerete smaragdina* coletada no triângulo mineiro com insetos foréticos presos a porção lateral do tórax (seta vermelha); (B) Vista dorsal e ventral dos insetos retirados do tórax dos indivíduos de *Exaerete smaragdina* Guérin, 1844.

Quanto a categoria em que cada espécie foi agrupada, apenas *Eg. cordata* e *El. nigrita* foram consideradas comuns na FES. Já na MG houve a ocorrência de quatro espécies consideradas nessa categoria, *Eg. cordata*, *Euglossa (Glossura) imperialis* Cockerell, 1922, *Euglossa (Euglossa) melanotricha* Moure, 1967 e *El. nigrita*. Dentre as espécies presentes nos dois fragmentos, *Eg. imperialis*, *Eg. melanotricha*, *Eulaema (Apeulaema) cingulata* Fabricius, 1804 e *Ex. smaragdina* foram classificadas em categorias diferentes (Tabela 1).

Em termos de abundância, houve diferença significativa na atratividade das iscas, sendo eucaliptol a isca que atraiu o maior número de indivíduos, tanto nas áreas separadamente (FES – $H_{0,05} = 33,623$; $n = 12$; $p < 0,001$ / MG – $H_{0,05} = 35,731$; $n = 12$; $p < 0,001$), quanto no total ($H_{0,05} = 37,018$; $n = 12$; $p < 0,001$) (Figura 5A). Para as análises dos dados de atração pelas iscas, um indivíduo de *El. cingulata* e o único indivíduo de *Eulaema (Eulaema) flavescens* Friese, 1899, não foram considerados por terem sido capturados em pleno voo.

Considerando a riqueza de espécies atraídas, eucaliptol se manteve como composto mais eficaz (FES – $H_{0,05} = 36,054$; $n = 12$; $p < 0,001$ / MG – $H_{0,05} = 38,103$; n

= 12; $p < 0,001$), sendo responsável pela atração de 85,7% das espécies amostradas nos dois fragmentos ($H_{0,05} = 39,524$; $n = 12$; $p < 0,001$) (Figura 5B). Apenas *El. cingulata* e *Ex. smaragdina* não foram atraídas por eucaliptol. Vanilina e cinamato de metila foram a segunda isca mais atrativa quanto a riqueza na FES e MG, respectivamente. Todas as iscas foram atrativas para pelo menos uma espécie (Figura 6).

El. cingulata e *Ex. smaragdina* foram as espécies que visitaram o maior número de iscas (4). *Euglossa (Euglossa) despecta* Moure, 1968, *Euglossa (Euglossa) fimbriata* Moure, 1968 e *Euglossa (Euglossa) pleosticta* Dressler, 1982 foram atraídas apenas pelo composto eucaliptol. As demais espécies amostradas foram atraídas por pelo menos duas iscas (Figura 6).

Tabela 1 - Abundância relativa, dominância (D, onde D = dominante, A = acessória e OC = ocasional), frequência de ocorrência (FO, onde MF = muito frequente, F = freqüente e PF = pouco frequente), categorias (Ct, onde C = espécie comum, I = intermediária e R = espécie rara), das espécies de abelhas Euglossini coletadas em um fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e outro de mata de galeria (MG) em Minas Gerais (N/C = não classificada).

Espécies	Fragmentos									
	FES					MG				
	Ab.	%	FO	D	Ct	Ab.	%	FO	D	Ct
<i>Euglossa (Euglossa) amazonica</i> Dressler, 1982	2	1,3	PF	OC	R	2	2,0	PF	OC	R
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	75	48,3	MF	D	C	41	41,8	MF	D	C
<i>Euglossa (Euglossa) despecta</i> Moure, 1968	1	0,6	PF	OC	R	0	0,0	N/C	N/C	N/C
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	5	3,2	PF	A	I	0	0,0	N/C	N/C	N/C
<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	23	14,8	F	D	I	8	8,2	MF	D	C
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	5	3,2	F	A	I	14	14,3	MF	D	C
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	5	3,2	F	A	I	0	0,0	N/C	N/C	N/C
<i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982	2	1,3	PF	OC	R	2	2,0	PF	OC	R
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	2	1,3	PF	OC	R	0	0,0	N/C	N/C	N/C
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804	3	1,9	PF	OC	R	4	4,1	F	A	I
<i>Eulaema (Eulaema) flavescens</i> Friese, 1899	0	0,0	N/C	N/C	N/C	1	1,0	PF	OC	R
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	31	20,0	MF	D	C	20	20,4	MF	D	C
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin, 1844	1	0,6	PF	OC	R	6	6,1	F	D	I
TOTAL	155	100				98	100			
Riqueza	13					9				
H'	1,63					1,68				
J'	0,64					0,76				

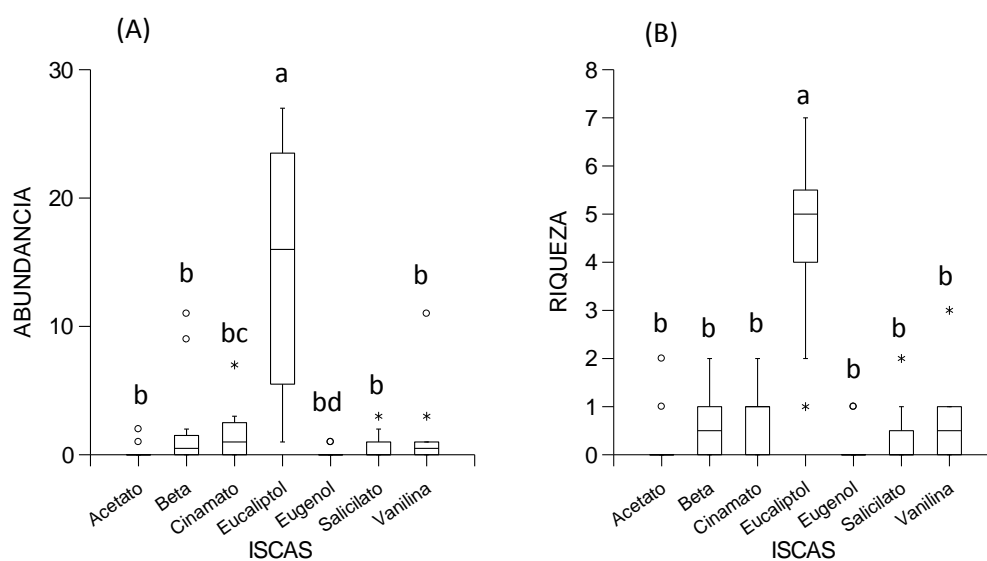


Figura 5 – Diferença na atratividade de sete iscas aromáticas quanto a abundância total (A) e riqueza total (B) de dois fragmentos florestais (Floresta Estacional Semidecidual e mata de galeria) do bioma Cerrado.

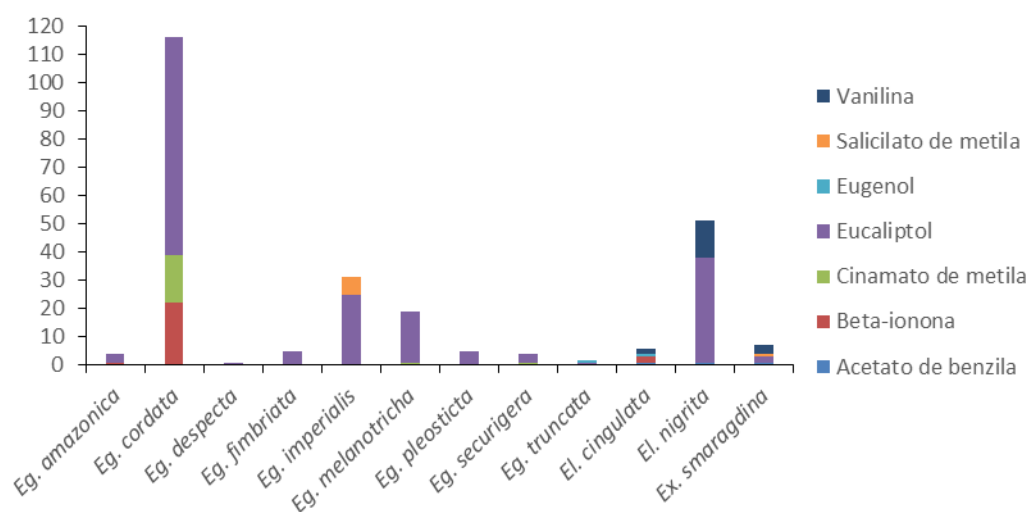


Figura 6 - Atratividade de diferentes compostos aromáticos para as espécies de abelhas Euglossini amostradas em dois fragmentos presentes na Fazenda Marimbondo, Minas Gerais (Eg = *Euglossa*; El. *Eulaema*).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener e o de equabilidade de Pielou obtidos para FES ($H' = 1,56$; $J' = 0,64$) foram semelhantes ao da MG ($H' = 1,64$; $J' = 0,76$). Não houve diferença significativa entre os índices de Shannon-Wiener entre os dois fragmentos ($t = -0,576$; $df = 238,99$; $p = 0,5653$).

Quanto ao experimento de marcação e recaptura, houve 11 (9,3%) recapturas dos 118 indivíduos marcados. Oito indivíduos foram recapturados na FES, sendo quatro indivíduos marcados inicialmente no fragmento em questão e os outros quatro marcados inicialmente na MG. Na MG, houve três recapturas, sendo um indivíduo marcado inicialmente nessa fitofisionomia e outros dois marcados na FES (Tabela 2).

Considerando a abundância, não houve diferença significativa entre os fragmentos amostrados ($F_{1,20} = 2,895$; $p > 0,05$). Entretanto, houve diferença na abundância de indivíduos coletados entre as estações do ano ($F_{1,20} = 22,528$; $p < 0,05$), existindo também uma interação entre os fatores, fragmento e estação ($F_{1,20} = 4,492$; $p < 0,05$) (Figura 7). Quanto à riqueza, apenas a estação do ano em que as espécies foram coletadas apresentou uma diferença significativa ($F_{1,20} = 6,142$; $p = 0,022$). Em números absolutos, as espécies mais abundantes (*Eg. cordata*, *El. nigrita* e *Eg. imperialis*) apresentaram uma variação maior na abundância, quando comparado com às outras espécies amostradas, de acordo com a estação do ano (Tabela 3).

Tabela 2 – Número de indivíduos marcados (M) e recapturados (R) em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual e outro de Mata de Galeria, do triângulo mineiro, Minas Gerais.

Espécies	1º dia	2º dia		3º dia		4º dia		5º dia		TOTAL	
	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	14	4	1	6	1	7	0	5	3	36	5
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	2	3	0	1	1	1	0	1	0	8	1
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
<i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804	1	0	0	2	1	0	1	4	1	7	3
<i>Eulaema (Eulaema) flavescens</i> Friese, 1899	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	12	10	0	9	0	12	0	10	0	53	0
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin, 1844	2	1	0	0	0	0	1	0	1	3	2
TOTAL	34	21	1	21	3	20	2	23	5	118	11

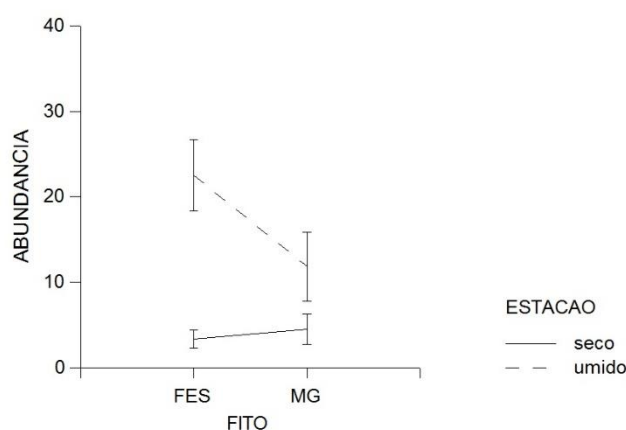


Figura 7 – Interação entre os fatores estação do ano (ESTACÃO) e fitofisionomia (FITO) na abundância de abelhas Euglossini presente em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual e outro de Mata de Galeria, no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 3 – Número de indivíduos amostrados por espécie em dois fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e outro de mata de galeria (MG), de acordo com a estação em que foram capturados.

Espécies	Úmido		Seco	
	FES	MG	FES	MG
<i>Euglossa (Euglossa) amazonica</i> Dressler, 1982	2	1	0	1
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> Linnaeus, 1758	64	31	11	10
<i>Euglossa (Euglossa) despecta</i> Moure, 1968	0	0	1	0
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	5	0	0	0
<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	22	2	1	6
<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	2	7	3	7
<i>Euglossa (Euglossa) pleosticta</i> Dressler, 1982	4	0	1	0
<i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982	2	2	0	0
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	2	0	0	0
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> Fabricius, 1804	3	2	0	2
<i>Eulaema (Eulaema) flavescens</i> Friese, 1899	0	1	0	0
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	28	19	3	1
<i>Exaerete smaragdina</i> Guérin, 1844	1	6	0	0
TOTAL	135	71	20	27

Não houve diferença entre os três fragmentos quanto a abundância ($H_{0,05, 5, 5, 5} = 3,432$; $p = 0,180$) e riqueza ($H_{0,05, 5, 5, 5} = 1,113$; $p = 0,573$). A análise de dissimilaridade Bray-Curtis, separou os três fragmentos em dois grupos. Os dois fragmentos presentes na Fazenda Marimbondo ficaram agrupados juntos e obtiveram uma similaridade de 65%. Já o

fragmento de FES presente na Fazenda São José obteve 48% de similaridade com este primeiro grupo (Figura 8).

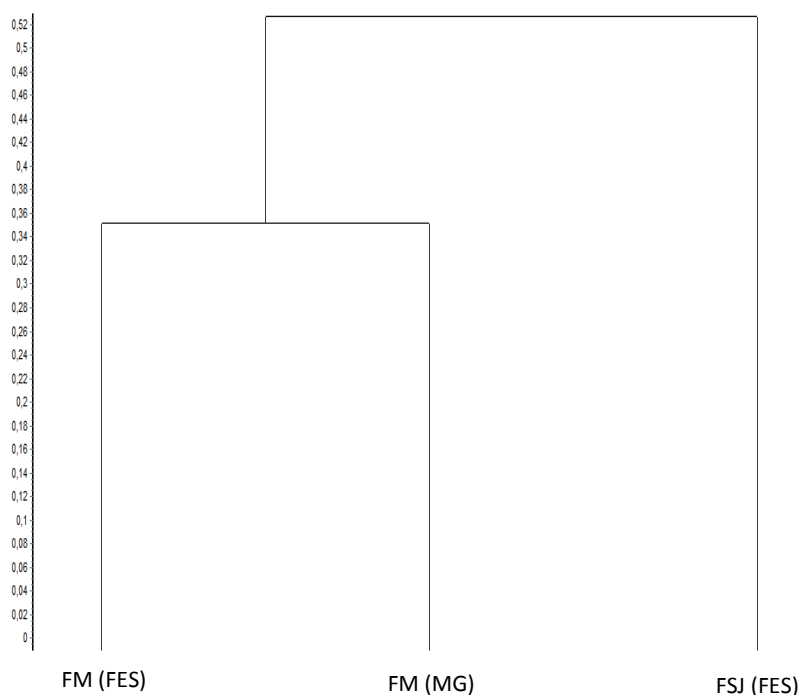


Figura 8 – Dendrograma de dissimilaridade (coeficiente de Bray-Curtis), considerando a abundância e a composição das espécies de três fragmentos, um de Floresta Estacional Semidecidual (FES) na Fazenda São José (FSJ) e dois na Fazenda Marimbondo (FM), um de mata de galeria (MG) e outro de Floresta Estacional Semidecidual (FES). A similaridade dos três fragmentos obteve valores iguais a $FSJ (FES) - FM (MG) = 0,74$; $FM (MG) - FM (FES) = 0,64$.

DISCUSSÃO

A riqueza de abelhas Euglossini encontrada no fragmento de FES amostrado no presente trabalho foi a maior quando comparada com todos os fragmentos de FES deste mesmo tipo vegetacional amostrados na região (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011; TOSTA, 2012). Não foram amostradas espécies de ocorrência exclusiva no fragmento de Mata de Galeria (MG), assim como apresentado em

outros trabalhos realizados no bioma Cerrado (NEMÉSIO & FARIA JR., 2004; FARIA & SILVEIRA, 2011, FREITAS 2009).

A dominância de *El. nigrita* e *Eg. cordata* vem sendo registrada em vários trabalhos, tanto no Cerrado quanto em outros biomas (SOUZA et al, 2005; FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; RAMALHO et al, 2009; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012). Essas espécies apresentam uma ampla distribuição geográfica e são consideradas plásticas quanto a respostas ao grau de preservação ambiental, sendo capturadas tanto em ambientes bem preservados quanto em degradados (TONHASCA et al. 2002; ROCHA-FILHO & GARÓFALO, 2013).

Ex. smaragdina é comumente ausente ou representada por poucos indivíduos em levantamentos realizados no bioma Cerrado (ALVARENGA et al, 2007; FREITAS, 2009; JUSTINO & AUGUSTO, 2010; FARIA & SILVEIRA, 2011, SILVA et al, 2012), sendo uma espécie cleptoparasita de ninhos de *El. nigrita* (ROUBIK & HANSON, 2004), com sua ocorrência possivelmente relacionada com a abundância desses ninhos (VIOTTI et al, 2013). Contudo, embora as proporções de *El. nigrita* na comunidade dos dois fragmentos tenham se mostrado bem próximas (20% na FES e 20,4% na MG), *Ex. smaragdina* foi classificada em categorias diferentes para os dois remanescentes estudados, sendo rara na FES e intermediária na MG. Considerando a disponibilidade de ninhos de *El. nigrita* como não sendo um fator limitante para *Ex. smaragdina*, as diferenças na classificação da categoria podem ter relação com outras variáveis como micro-habitat mais favorável e/ou ocorrência exclusiva de recursos florais na MG utilizados por essa espécie, uma vez que essa espécie foi mais amostrada em fragmentos de mata de galeria do que outras formações florestais do Cerrado (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; SILVEIRA et al, 2011; SILVA, 2012).

Um indivíduo de *Eg. despecta* foi capturado apenas no fragmento de FES na estação seca do ano. Essa espécie não tinha ainda sido amostrada em fragmentos de FES da região do

Triângulo Mineiro (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011; TOSTA, 2012). Características do fragmento, como perímetro e área, e a umidade parecem ser um fator que restringem a distribuição de *Eg. despecta* (AGUIAR & GAGLIANONE, 2012; STORCK-TONON et al, 2013).

O padrão da abundância de abelhas foi similar a outros trabalhos realizados na região Neotropical, com poucas espécies representadas por muitos indivíduos e muitas espécies representadas por poucos indivíduos (OLIVEIRA & CAMPOS, 1995; REBÊLO & GARÓFALO, 1997; NEMÉSIO & FARIA Jr., 2004; SOFIA et al, 2004; NEMÉSIO & SILVEIRA, 2006, 2007; ALVARENGA et al, 2007; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012; SILVEIRA et al, 2011; KNOLL & PENATTI, 2012; VIOTTI et al, 2013), com a prevalência de espécies com uma ampla distribuição geográfica (RAMÍREZ et al, 2002). Como em outros trabalhos realizados em áreas de florestas da região, a abundância total foi menor quando comparado com áreas de FES da Mata Atlântica *lato sensu* (REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; SILVEIRA et al, 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2008, 2012), sendo um indicativo da presença de pequenas populações isoladas nesses fragmentos.

As diferenças florísticas e climáticas entre as fitofisionomias aparentemente não influenciaram na diversidade como um todo, mas a interação fitofisionomia e estação do ano sim. Sabe-se que a umidade e a temperatura são fatores que influenciam na abundância, riqueza e composição de Euglossini (PERUQUETTI et al, 1999; SOFIA et al, 2004; SILVEIRA et al, 2011; ABRAHAMCZYK et al, 2011; VIOTTI et al, 2013). Assim, como os fatores abióticos mencionados acima, fatores bióticos também podem afetar as populações dessas abelhas (ACKERMAN, 1983), sendo um deles locais ideais para nidificação (ROUBIK & HANSON, 2004). No presente estudo, as principais diferenças encontradas nas abundâncias nos dois fragmentos foram durante a estação úmida.

Com relação à abundância, além da influência da estação do ano, a fitofisionomia em questão também foi um fator com uma influência significativa, sendo estas abelhas mais abundantes na FES na estação úmida. Acreditamos que as condições para nidificação possam explicar esse fenômeno, uma vez que as abelhas Euglossini constroem ninhos em cavidades pré existentes e no solo (DRESSLER, 1982). O solo presente na MG é constantemente inundável (RIBEIRO & WALTER, 1998), agindo de forma negativa sobre os ninhos dessas abelhas, aumentando a chance de destruição ou infestações por fungos que crescem em ambientes com alta umidade. Duas das espécies mais abundantes nos dois fragmentos, *El. nigrita* e *Eg. imperialis*, são abelhas que constroem seus ninhos no solo (ROBERTS & DODSON, 1967; ZUCCHI et al, 1969; CAMERON, 2004). Possivelmente, a diferença na abundância dessas espécies entre as fitofisionomias na estação úmida se deve a essas condições ideais de solo para nidificação. Assim, a possibilidade de escolha de um fragmento não se restringe a apenas recursos florais.

Como esperado, o experimento de marcação e recaptura evidenciou o deslocamento dos indivíduos entre os dois fragmentos estudados. Diversos trabalhos têm relatado a capacidade das abelhas Euglossini transpassar diferentes barreiras, como corpos de água, montanhas e principalmente áreas abertas (DRESSLER, 1968; JANZEN, 1971; ACKERMAN & MONTALVO, 1985; RAW 1989; TONHASCA et al, 2003; OTERO & SANDINO, 2003; SANDINO, 2004). Devido a sua capacidade de dispersão, essas abelhas podem encontrar fontes de recursos a uma grande distância dos seus territórios (JANZEN 1981, JANZEN et al. 1982), visitando diferentes áreas em uma paisagem fragmentada (TONHASCA et al, 2003). Por outro lado, baixas porcentagens de recapturas é o que tem sido verificado em experimentos com abelhas Euglossini, independente da forma de marcação (KROODSMA, 1975; BRAGA, 1976; ACKERMAN, 1982; ACKERMAN & MONTALVO, 1985;

MURREN, 2002; OTERO & SANDINO, 2003; SANDINO, 2004; TONHASCA et al, 2003; PEIXOTO, 2007).

A FSJ possui um fragmento de FES a aproximadamente três quilômetros de distância (em linha reta) dos fragmentos estudados, havendo pequenas manchas de vegetação entre os mesmos, servindo como possível rota de dispersão de Euglossini, considerando a capacidade de voo dessas abelhas (JANZEN, 1971). A proximidade dos mesmos, a ausência de diferença significativa entre a abundância, riqueza e a similaridade da composição foram considerados como indício de uma possível ligação entre a fauna dos três fragmentos em questão. Levantamentos realizados em outros fragmentos de FES da região com uma distância mínima superior a 10 km dos fragmentos do presente estudo possuem uma comunidade de Euglossini que difere quanto a composição, riqueza e espécie dominante (FREITAS, 2009; SILVEIRA, 2010; BRESCIA, 2011; PIRES, 2011; TOSTA, 2012), enfatizando a proximidade dos fragmentos como determinante para uma fauna de abelhas similar (NETO et al, 2012).

Eucaliptol foi a isca responsável pela grande maioria das capturas, tanto em termos de abundância quanto de riqueza, coincidindo com outros trabalhos realizados em diversos biomas (POWELL & POWELL, 1987; REBÊLO & GARÓFALO, 1991, 1997; ALVARENGA et al., 2007; CORDEIRO et al., 2013). Isso pode ser explicado principalmente por dois fatores que facilitam a percepção desse composto pelas abelhas: (i) eucaliptol é uma isca muito volátil, dispersando rapidamente pelo ambiente e (ii) as orquídeas possuem aproximadamente 50 diferentes fragrâncias, em misturas que vão de sete a 10 compostos, estando o eucaliptol presente em 60% dessas espécies (DODSON et al, 1969). A preferência das espécies de Euglossini por determinadas iscas parece ser inata e aprendida através de experiências anteriores de coleta, o que pode estar relacionado com a proporção de plantas que exalam tais aromas presentes nas áreas e que são reconhecidos pelas abelhas (ACKERMAN, 1989; PERUQUETTI et al, 1999; ELTZ et al, 2005).

Os resultados apresentados nesse estudo nos permitem afirmar que, apesar da diferença florística entre as fitofisionomias florestais FES e MG, não houve diferença na abundância e riqueza de abelhas Euglossini nos dois fragmentos. Apesar disso, parece que a estação do ano influencia indiretamente a abundância dessas abelhas através de condições ambientais ideais de nidificação. Em fragmentos separados por distâncias que não impõem barreiras para Euglossini há a seleção de habitats mais favoráveis para essa atividade, sendo possível a formação de corredores de dispersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamczyk, S., Gottleuber, P., Matauschek, C., Kessler, M. (2011) Diversity and community composition of euglossine bee assemblages (Hymenoptera: Apidae) in western Amazonia. *Biodivers. Conserv.* **20**, 2981–3001
- Abrahamczyk, S., Vos, J.M., Sedivy, C., Gottleuber, P., Kessler, M. (2013) A humped latitudinal phylogenetic diversity pattern of orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in western Amazonia: assessing the influence of climate and geologic history. *Ecography*. **37**, 1–9
- Ackerman, J.D., Mesler, M.R., Lu, K.L., Montalvo, A.M. (1982) Food-Foraging Behavior of Male Euglossini (Hymenoptera: Apidae): Vagabonds or Trapliners? *Biotropica*. **14** (4), 241-248
- Ackerman, J.D. (1983) Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. *Biol. J. Linnean Society*. **20**, 301-314
- 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*, Missouri Bot Garden. St. Louis, Missouri, 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
- Ackerman, J.D., Montalvo, A.M. (1985) Longevity of Euglossine Bees. *Biotropica*. **17** (1), 79-81
- Aguiar, W.M., Gaglianone, M.C. (2008) Comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. *Neotrop. Entomol.* **37**, 118-125
- Aguiar, W.M., Gaglianone, M.C. (2012) Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Entomol.* **56** (2), 210-219
- Alvarenga, P.E.F., Freitas, R.F., Augusto, S.C. (2007) Diversidade de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de cerrado do Triângulo Mineiro, MG. *Biosci. J.* **23**, 30-37

- Andrade-Silva, A.C.R., Nemésio, A., Oliveira, F.F., Nascimento, F.S. (2012) Spatial–Temporal Variation in Orchid Bee Communities (Hymenoptera: Apidae) in Remnants of Arboreal Caatinga in the Chapada Diamantina Region, State of Bahia, Brazil. *Neotrop. Entomol.* **41**, 296-305
- Armbruster, W.S. (1993) Within-Habitat Heterogeneity in Baiting Samples of Male Euglossine Bees: Possible Causes and Implications. *Biotropica*. **25** (1), 122-128
- Bembé, B. (2004) Functional morphology in male euglossine bees and their ability to spray fragrances (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Apidologie*. **35**, 283-291
- Braga, P.I.S. (1976) Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Ciência e cultura*. **28** (7), 767-773
- Brescia, T. T. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) e associação com iscas odores em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Uberlândia-MG. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- Cameron, S.A. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annu. Rev. Entomol.* **49**, 377–404
- Cardoso, E., Schiavini, I. (2002) Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Rev. Brasil. Bot.* **25**(3), 277-289
- Cordeiro, G.D., Boff, S., Caetano, T.A., Fernandes, P.C., Alves-dos-Santos, I. (2013) Euglossine bees (Apidae) in Atlantic forest areas of São Paulo State, southeastern Brazil. *Apidologie*. **44**, 254-267
- Cortopassi-Laurino, M., Zillikens, A., Steiner, J. (2009) Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. *Genetics Mol. Research*. **8** (2), 546-556
- Dodson, C.H. (1966) Ethology of Some Bees of the Tribe Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *J. Kansas Entomol. Society*. **39**(4), 607-629

- Dodson, C.H. (1967) Relationships between pollinators and orchid flowers. *Atas Simp. Biota Amaz.* **5**, 1-72
- Dodson, C.H. (1975) Coevolution of orchids and euglossine bees, in: Gilbert, L. and Raven, P.H. (Eds.), *Coevolution of animals and plants*. Austin Univ, Texas Press, pp. 91-99
- 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. (1968) Pollination by Euglossine Bees. *Evolution*. **22** (1), 202-210
- Dressler, R.L. (1982) Biology of the Orchid bees. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **13**, 373-394
- Durigan, G., Franco, G.A.D.C., Saito, M., Baitello, J.B. (2000) Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Rev. brasil. Bot.* **23**(4), 371-383
- Eltz, T., Roubik, D.W., Whitten, M.W. (2003) Fragrances, male display and mating behaviour of *Euglossa hemichlora*: a flight cage experiment. *Physiol. Entomol.* **28**, 251-260
- Eltz, T., Roubik, D.W., Lunau, K. (2005) Experience-dependent choices ensure species-specific fragrance accumulation in male orchid bees. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **59**, 149-156
- Erickson, E.H., Enns, W.R., Werner, F.G. (1976) Bionomics of the bee-associated meloidae (Coleoptera); bee and plant hosts of some nearctic meloid beetles –synopsis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **69**, 959-970
- Faria, L.R.R., Silveira, F.A. (2011) The orchid bee fauna (Hymenoptera, Apidae) of a core area of the Cerrado, Brazil: the role of riparian forests as corridors for forest-associated bees. *Biota Neotrop.* **11**, 87-94
- Freitas, R.F. (2009) Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (hymenoptera: Apidae) em fitofisionomias do bioma cerrado em Uberlândia, MG. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009

- Garófalo, C.A., Camillo, E., Serrano, J.C. (2011) Reproductive aspects of *Meloetyphlus fuscatus* a meloidbeetle cleptoparasite of the bee *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Apidologie*. **42**, 337–348
- Hafernik, J., Saul-Gershenz, L. (2000) Beetle larvaecooperate to mimic bees. *Nature* **405**, 35–36
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hills, H.G., Williams, N.H., Dodson, C.H. (1972) Floral Fragrances and Isolating Mechanisms in the Genus *Catasetum* (Orchidaceae). *Biotropica*. **4**(2), 61-76
- Janzen, D.H. (1971) Euglossine Bees as Long-Distance Pollinators of Tropical Plants. *Science*. **171** (3967), 203-205
- Janzen, D.H. (1981) Reduction in Euglossine Bee Species Richness on Isla del Cano, a Costa Rican Offshore Island. *Biotropica*. **13** (3), 238-240
- Janzen, D.H., DeVries, P.J., Higgins, M.L., Kimsey, L.S. (1982) Seasonal and Site Variation in Costa Rican Euglossine Bees at Chemical Baits in Lowland Deciduous and Evergreen Forests. *Ecology*. **63** (1), 66-74
- Justino, D.G., Augusto, S.C. (2010) Avaliação da eficiência de coleta utilizando armadilhas aromáticas e riqueza de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas de Cerrado no Triângulo Mineiro. *Rev. Bras. Zool.* **12**, 227-239
- Kimsey, L.S. (1980) The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. *Anim. Behav.* **28**, 996-1004
- Knoll, F.R.N., Penatti, N.C. (2012) Habitat Fragmentation Effects on the Orchid Bee Communities in Remnant Forests of Southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* **41**, 355-365
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. **15** (3), 259-263

- Kroodsmas, D.E. (1975) Flight Distances of Male Euglossine Bees in Orchid Pollination. *Biotropica*. **7** (1), 71-72
- Leitão-Filho, H.F. (1987) Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF*. **35**, 41-46
- Moura, D.C., Schlindwein, C. (2009) Mata Ciliar do Rio São Francisco como Biocorredor para Euglossini (Hymenoptera Apidae) de Florestas Tropicais Úmidas. *Neotrop. Entomol.* **38** (2), 281-284
- Moure, J.S., Urban, D., Melo, G.A.R. (2007) Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. SBE (Sociedade Brasileira de Entomologia), Curitiba
- Murren, C.J. (2002) Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *J. Ecol.* **90**, 100–107
- Nemésio, A., Faria Jr., L.R.R. (2004) First assessment of orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina) of Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. *Lundiana*. **5**, 113-117
- 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) Orchid Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest Fragments inside an Urban Area in Southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* **36**(2), 186-191
- Neto, J.N.M., Neto, C.M.S., Silva, E.C., Moreno, M.I.C. (2012) Aspectos da riqueza e distribuição de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no Brasil. *Caminhos de Geografia*. **13** (43), 71-81
- Oliveira, M.L., Campos, L.A.O. (1995) Abundância, riqueza e diversidade de abelhas euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revta bras. Zool.* **12** (3), 547-556
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A. (1995) A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. J. Bot.* **52**(2), 141-194

- Otero, J.T., Sandino, J.C. (2003) Capture Rates of Male Euglossine Bees across a Human Intervention Gradient, Choco Region, Colombia. *Biotropica*. **35** (4), 520-529
- Palma, S. (1975) Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos ecológicos, in: II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, Univ. d'Orient, Venezuela, 2, pp. 119-133
- Peixoto, R.F. (2007) Abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) Em Dois Remanescentes de Mata Atlântica em Área Urbana, João Pessoa, Paraíba – Brasil. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2007.
- Peruquetti, R.C., Campos, L.A.O., Coelho, C.D.P., Abrantes, C.V.M., Lisboa, L.C.O. (1999) Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. *Rev. bras. Zool.* **16**, 101-118
- Pielou, E.C. (1975) Ecological diversity. New York, John Wiley & Sons.
- Pires, G.C. (2011) Diversidade de abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Mata Estacional Semidecidual, no domínio do Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- Powell, A.H., Powell, G.V.N. (1987) Population Dynamics of Male Euglossine Bees in Amazonian Forest Fragments. *Biotropica*. **19** (2), 176-179
- Prance, G.T. (1982) Forest refuges: evidence from woody angiosperms, in: Prance, G. T. (Eds.), Biological diversification in the tropics: proceedings of the fifth international symposium of the Association for Tropical Biology, Macuto Beach, Caracas, Venezuela. Columbia University Press, New York, pp. 137-156
- Ramalho, A.V., Gaglianone, M.C., Oliveira, M.L. (2009) Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* **53** (1), 95-101
- Ramírez, S., Dressler, R.L., Ospina, M. (2002) Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) from the Neotropical Region: A species checklist with notes on their biology. *Biota Colombiana*. **3** (1) 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. Linnean Soc.* **100**, 552–572
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S. (1997) The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Ann. Botany*. **80**, 223-230
- Raw, A. (1989) The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). *Rev. Bras. Entomol.* **33** (1), 103-107
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1991) Diversidade e Sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas odores em um fragmento de floresta no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* **51**, 787-799
- Rebêlo, J.M.M., Garófalo, C.A. (1997) Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em matas decíduas do Nordeste do estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomol. Bras.* **26** (2) 243-255
- Rêbello, J.M.M., Moure, J.S. (1995) As espécies de *Euglossa* Latreille do Nordeste de São Paulo (Apidae, Euglossinae). *Rev. Bras. Zool.* **12** (3), 445-466
- Rebêlo, J.M.M. (2001) História natural das euglossíneas. As abelhas das orquídeas. Lithograf, São Luís.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado, in: Sano, S.M. and Almeida, S.P. de (Eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, pp.89-166
- Ribeiro, J.F., Silva, J.C.S., Batmanian, G.J. (1985) Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. *Rev. Bras. Bot.* **8** (2), 131-142
- Roberts, R.B., Dodson, C.H. (1967) Nesting Biology of Two Communal Bees, *Euglossa imperialis* and *Euglossa ignita* (Hymenoptera: Apidae), Including Description of Larvae. *Ann. Entomol. Society of America*, **60** (5) 1007-1014
- Rocha-Filho, L.C., Garófalo, C.A. (2013) Community ecology of euglossine bees in the coastal Atlantic Forest of São Paulo State, Brazil. *J. Insect Scien.* **13**(23) 1-19

- Rosenzweig, M.L. (1995) *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, New York.
- Roubik, D.W. (1995) *Pollination of cultivated plants in the tropics*. FAO, Rome.
- Roubik, D.W., Hanson, P.E. (2004) *Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo / Orchid bees of tropical America: Biology and field guide*. Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- 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
- Sano, E.E., Rosa, R., Brito, J.L.S., Ferreira, L.G., Bezerra, H.S. (2009) Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+, in: *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. INPE, Natal, pp. 1199-1206
- Silva, F.S. (2012) Orchid bee (Hymenoptera: Apidae) community from a gallery forest in the Brazilian Cerrado. *Rev. Biol. Trop.* **60** (2), 625-633
- Silveira, G. C. (2010) *Diversidade e sazonalidade de abelhas Euglossini Latreille (Hymenoptera: Apidae) em duas áreas de mata estacional semidecidual no domínio do cerrado no Triângulo Mineiro, MG. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.*
- Silveira, G.C., Nascimento, A.M., Sofia, S.H., Augusto, S.C. (2011) Diversity of the euglossine bee community (Hymenoptera, Apidae) of an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **55**(1), 109–115
- Singer, R.B., Sazima, M. (2004) Abelhas Euglossini como polinizadoras de orquídeas na região de Picinguaba, São Paulo, Brasil, in: Barros, F., Kerbauy, G.B. (Eds.), *Orquidologia sul-americana: uma compilação científica*. Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 175-187
- Sofia, S.H., Santos, A.M., Silva, C.R.M. (2004) Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a remnant of Atlantic Forest in Paraná State, Brazil. *Iheringia*. **94** (2), 217-222

- Souza, A.K.P., Hernández, M.I.M., Martins, C.F. (2005) Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* **22** (2), 320-325
- Storck-Tonon, D., Morato, E.F., Melo, A.W.F., Oliveira, M.L. (2013) Orchid Bees of forest fragments in Southwestern Amazonia. *Biota Neotrop.* **13** (1), 133-141
- Tonhasca Jr., A., Blackmer, J. L., Albuquerque, G. S. (2002) Within-habitat heterogeneity of euglossine bee populations: a re-evaluation of the evidence. *J. Trop. Ecol.* **18**, 929-933
- Tonhasca Jr., A., Albuquerque, G.S., Blackmer, J.L. (2003) Dispersal of euglossine bees between fragments of the Brazilian Atlantic Forest. *J. Trop. Ecol.* **19**, 99-102
- Tosta, T.H.A. (2012) Abelhas Euglossini em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no bioma Cerrado. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- Viotti, M.A., Moura, F.R., Lourenço, A.P. (2013) Species Diversity and Temporal Variation of the Orchid-Bee Fauna (Hymenoptera, Apidae) in a Conservation Gradient of a Rocky Field Area in the Espinhaço Range, State of Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* **42**, 565-575
- Wcislo, W.T., Cane, J.H. (1996) Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* **41**, 257-286
- Zar, J.H. (2010) *Bioestatistical Analysis*. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Zucchi, R., Sakagami, S.F., Camargo, J.M.F. (1969) Biological observations on a neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrata*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). A comparative study. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser.* **17**, 271-380

CONCLUSÕES GERAIS

As populações das abelhas das orquídeas presentes nos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual inseridos no Cerrado parecem apresentar pequenas populações, sendo evidenciado a tendências de dominância de alguns alelos sobre outros, especificamente para populações de *Eg. pleosticta*, uma espécie muito capturada em fragmentos de floresta do interior de São Paulo, mas pouco amostrada na região. Além disso, pode estar ocorrendo gargalos populacionais, uma vez que há a ausência de alelos raros nas populações desta espécie. A união de dados genéticos e ecológicos permitem uma avaliação da real situação de algumas espécies de Euglossini, o que tem importante implicação para a conservação da diversidade dessas abelhas no bioma Cerrado. Considerando as diferentes fitofisionomias florestais (Floresta Estacional Semidecidual e mata de galeria) que esse bioma apresenta, é possível afirmar que as diferenças florísticas apresentadas por elas não foram suficientes para refletir em diferenças na abundância e riqueza de Euglossini. Apesar disso, devido às duas estações do ano bem definidas que a região apresenta, parece haver uma influência indireta na abundância dessas abelhas através de condições ambientais ideais para nidificação.