



ALESSANDRO VITAL DE LIMA SOUSA

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINA
(HYMENOPTERA: APIDAE) EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA EM LAVRAS, MINAS GERAIS, BRASIL**

**LAVRAS – MG
2019**

ALESSANDRO VITAL DE LIMA SOUSA

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINA (HYMENOPTERA: APIDAE) EM
FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA EM LAVRAS, MINAS GERAIS, BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Agronomia, para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho
Orientador

Dra. Ana Isabel Sobreiro
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2019**

ALESSANDRO VITAL DE LIMA SOUSA

**COMUNIDADES DE ABELHAS EUGLOSSINA (HYMENOPTERA: APIDAE) EM
FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA EM LAVRAS, MINAS GERAIS, BRASIL**

**EUGLOSSINE BEE COMMUNITIES (HYMENOPTERA: APIDAE) IN ATLANTIC
FOREST FRAGMENTES IN LAVRAS, MINAS GERAIS, BRAZIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 28 de novembro de 2019.

Dra. Andrea de Fátima Torres Soares UFLA

Me. Lucas Lopes da Silveira Peres UFLA

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho
Orientador

Dra. Ana Isabel Sobreiro
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2019**

Aos meus pais Vital e Delfina, meus grandes heróis e meus maiores exemplos de superação, que a partir da inconformidade com as inúmeras adversidades vividas em suas infâncias, encontraram na dedicação aos estudos e na inabalável fé em Jesus Cristo, a oportunidade de reescreverem suas próprias histórias. E ao constituírem a sua família, não pouparam esforços para conferirem aos seus filhos, além de amor, valores morais e segurança, a melhor educação formal possível.

Ao meu irmão Fabiano (in memoriam), que, entre incontáveis boas lembranças, deixou-me o seu indisfarçável orgulho por minhas conquistas. Sendo o grande contador de histórias que era, este, certamente, seria mais um dos meus feitos que ele espalharia por todos os cantos.

À minha esposa Cibele, por seu perseverante amor a mim oferecido, claramente demonstrado por sua generosidade em sonhar os meus sonhos, a eles se dedicando de forma incansável e contundente.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente,

À sociedade brasileira, com quem me comprometo a retribuir o recebimento do ensino de qualidade ofertado através das universidades e institutos federais.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho, pela orientação neste trabalho, por sua amizade e pelo exemplo de dedicação e coerência no exercício de lecionar.

À minha coorientadora Dra. Ana Isabel Sobreiro, por me despertar o interesse pelas abelhas *Euglossina*, pelos preciosos direcionamentos na condução do experimento e na elaboração deste trabalho.

Ao amigo e companheiro Lucas Peres, pela fundamental ajuda na montagem do experimento, na coleta a campo dos exemplares e na identificação das espécies coletadas.

Ao Prof. Dr. César Freire de Carvalho (in memoriam), por transmitir, de forma inspiradora, os encantos da Entomologia e do universo das abelhas.

À Profa. Dra. Brígida de Souza, pela paciência e perseverança em me ensinar a observar todos os detalhes necessários para a correta identificação taxonômica de insetos.

Aos técnicos do Departamento de Entomologia da UFLA, Andrea de Fátima Torres, Geraldo Antônio de Jesus e Raul Magalhães Ferraz, por todo o apoio no preparo do experimento, na coleta a campo, na montagem e na identificação das espécies em laboratório.

Aos amigos do Nebee - Núcleo de estudos em abelhas da UFLA -, pela ajuda na montagem do experimento.

Aos amigos do Laboratório de Estudos em Abelhas, Marise, Kelinton e Cícero, pelo compartilhamento do conhecimento em identificação taxonômica de abelhas.

"Tenho espírito justiceiro e entendo que o amor deve seguir estes graus de preferência: Deus,
humanidade, pátria, família e indivíduo".

S.M.I. o Imperador Dom Pedro II do Brasil

RESUMO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais diversificados do Brasil, sua maior parte esta localizada no território brasileiro, também abrangendo o Paraguai e a Argentina. A floresta é um centro de endemismo, com formação vegetal extremamente heterogênea. Restam, atualmente, menos de 10% da área original deste bioma, desse restante, a maior parte encontra-se pulverizada em diversos fragmentos. As abelhas da subtribo *Euglossina* são importantes polinizadores da flora nativa, essenciais para muitas espécies de plantas da Mata Atlântica, servindo, muitas vezes, de bioindicadores da qualidade ambiental de fragmentos florestais. Os machos de *Euglossina* coletam essências aromáticas em flores, permitindo o seu monitoramento através da captura com aromas sintéticos análogos aos naturais. Este estudo, objetivou caracterizar a diversidade de abelhas *Euglossina* em fragmento de Mata Atlântica no Sul de Minas Gerais. Foram selecionados dois fragmentos florestais, um fragmento com floresta madura e outro com floresta em recuperação, localizados no câmpus da Universidade Federal de Lavras, em MG. Foram utilizados dois aromas, cinamato de metila e vanilina. A técnica de captura foi o emprego de isca-atrativa confeccionada com garrafas PET. Em cada fragmento florestal, foram estabelecidos 3 sítios de amostragem, distanciados por 30m entre os sítios. Em cada sítio foram instaladas duas armadilhas, cada uma com uma essência atrativa diferente (cinamato de metila ou vanilina). As coletas foram realizadas mensalmente, durante 5 meses, entre novembro de 2018 e março de 2019. Em cada coleta, as abelhas foram retiradas e armazenadas em laboratório, e os aromas repostos. Os resultados indicam que o fragmento de floresta maduro amostrou, quase, o total da riqueza de espécies, enquanto que no fragmento em recuperação a riqueza de espécies não atingiu a assíntota. Além disso, a flutuação mensal das espécies foi diferente entre os dois fragmentos florestais, indicando possivelmente o efeito da preservação das florestas sobre o comportamento sazonal dos machos. No geral, a recuperação de florestas parece indicar a reintegração da comunidade de abelhas *Euglossina*, apesar da nítida diferença na flutuação sazonal das espécies entre os fragmentos florestais.

Palavras-chave: Recuperação florestal. Abelhas das orquídeas. Transição entre Cerrado e Mata Atlântica.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is one of the most diversified biomes in Brazil, most of them located in the Brazilian territory, also covering Paraguay and Argentina. The forest is a center of endemism, with extremely heterogeneous plant formation. Less than 10% of the original area of this biome currently remains, of which the remainder is mostly pulverized into various fragments. Bees from the *Euglossina* subtribe are important pollinators of native flora, essential for many Atlantic Forest plant species, often serving as bioindicators of the environmental quality of forest fragments. *Euglossina* males collect aromatic essences in flowers, allowing their monitoring by capturing with synthetic analogues to natural ones. This study aimed to characterize the diversity of *Euglossina* bees in Atlantic Forest fragment in southern Minas Gerais. Two forest fragments were selected, one with mature forest and one with recovering forest, located at the campus of the Federal University of Lavras, MG. Two flavors were used, methyl cinnamate and vanillin. The capture method was the use of bait made with PET bottles. In each forest fragment, 3 sampling sites were established, 30m apart between the sites. At each site two traps were installed, each with a different attractive essence (methyl cinnamate or vanillin). Samples were collected monthly for 5 months between November 2018 and March 2019. In each collection, the bees were removed and stored in the laboratory, and the aromas replaced. The results indicate that the mature forest fragment almost sampled the total species richness, while in the recovering fragment the species richness did not reach the asymptote. In addition, the monthly fluctuation of the species was different between the two forest fragments, possibly indicating the effect of forest preservation on male seasonal behavior. Overall, forest recovery seems to indicate the reintegration of the *Euglossina* bee community, despite the clear difference in seasonal fluctuation of species among forest fragments.

Keywords: Forest recovery. Bees of the orchids. Transition between Cerrado and Atlantic Forest.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Geral	13
2.2	Específicos.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Áreas de estudo.....	14
3.2	Amostragem, coleta e identificação das abelhas	15
3.3	Análise estatística dos dados.....	17
4	RESULTADOS	19
5	DISCUSSÃO.....	23
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

As abelhas da subtribo *Euglossina*, ou abelhas das orquídeas, pertencem à família *Apidae*, e são caracterizadas pelo brilho metálico, colorido no tegumento, e por possuírem língua longa que, em algumas espécies, ultrapassa o comprimento total do corpo (CAMERON, 2004). Há cerca de 250 espécies já descritas (NEMÉSIO, 2009). O grupo dessas espécies tem ocorrência endêmica na região Neotropical, com novos registros ampliando a distribuição para o Sul dos Estados Unidos, nos estados do Arizona, Texas e Flórida (MINCKLEY; REYS, 1996; PEMBERTON; WHEELER, 2006; SKOV; WILEY, 2005).

A taxa é descrita em 5 gêneros, sendo: *Eulaema* Lepeletier, 1841, *Eufriesea* Cockerell, 1908, e *Euglossa* Latreille, 1802, com espécies que constroem as próprias células de cria, e os gêneros *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817, e *Aglae* Lepetelie & Servile, 1825, espécies cleptoparasitas que se apropriam das células de cria de outras espécies de *Euglossina*, geralmente de *Eulaema* e *Eufriesea* para criarem a sua prole (GARÓFALO; ROZEN, 2001).

Machos e fêmeas dessa subtribo são diferenciados por várias características, entre elas pelo hábito de coleta de materiais em plantas. As fêmeas coletam pólen, néctar, resina, cascas de caules, fragmentos de folhas, entre outras coisas, enquanto os machos coletam néctar, para a própria alimentação e substâncias aromáticas (compostos químicos das classes dos terpenos e sesquiterpenos) em flores de diversas famílias botânicas. O grupo representa os principais polinizadores de Orchidaceae, por isso recebem o nome de abelhas das orquídeas, sendo polinizadores essenciais de mais 700 espécies de plantas (ACKERMAN, 1983; FARIAS et al., 2007; RAMÍREZ et al., 2002; ROUBIK; HANSON, 2004; SINGER; KOEHLER, 2003).

Os machos coletam óleos essenciais de fontes vegetais odoríferas (flores, folhas, caules, frutos, etc.), utilizando as pernas anteriores para raspar a superfície vegetal, coletando as substâncias voláteis que são transferidas para as pernas médias que, em seguida, são transferidas para as pernas posteriores (VOGEL, 1966), nas quais, as substâncias são retidas, quimicamente, através da secreção de lipídeos não polares produzidos a partir de glândulas labiais cefálicas (WHITTEN; YOUNG; WILLIAMS, 1989).

Estudos indicam que os machos possivelmente utilizam os compostos aromáticos que recolhem das flores para atrair as fêmeas durante as revoadas. Sugerindo que o acúmulo de diversos odorantes seria percebido pela fêmea como um atestado de "boa genética" do macho, devido à sua virilidade por superar as adversidades inerentes às coletas destas substâncias em diversas fontes vegetais (ELTZ et al., 1999; ELTZ; SAGES; LUAU, 2005). Além disso, outras pesquisas sugerem que as substâncias também poderiam ser utilizadas para demarcar território

ou para a agregação de machos durante as revoadas de acasalamento (KIMSEY, 1980; SCHEMSKE; LANDE, 1984).

Florestas subtropicais e tropicais da América Latina dependem dos processos ecossistêmicos realizados pelas abelhas. (DODSON et al., 1969; DRESSLER, 1982). As visitas florais das abelhas na busca por alimento e substratos, permite a fecundação das flores, produzindo o fruto e gerando alimentos para os demais organismos da cadeia alimentar, desde o nível trófico mais baixo ao mais alto. Além disso, essas abelhas são conhecidas por serem boas voadoras, relatos sugerem que elas voam mais de 23km (DRESSLER, 1982), no entanto, investigações definindo a distância de voo percorrida por abelhas *Euglossina* ainda não são conclusivas (DRESSLER, 1982; POKORNY et al., 2014).

Os processos de desmatamento e fragmentação da Mata Atlântica, prejudicam o equilíbrio ecossistêmico dos biomas, afetando a diversidade de espécies vegetais e animais, diminuindo ou, em muitos casos, interrompendo o processo de polinização da flora nativa. (POWEL; POWEL, 1987). Indícios mostram que a redução na população de polinizadores leva à redução da comunidade de plantas que dependem desses agentes para a polinização cruzada (NEFF; SIMPSON, 1993).

A Mata Atlântica é um dos seis biomas brasileiros, se estende por 17 estados da federação, além de parte da Argentina e do Paraguai. Originalmente, à época do descobrimento do Brasil, no ano de 1500, a área estimada era de 1.315.460 km². Atualmente, em todo o território nacional, restam apenas 12,4% da cobertura original. Neste bioma vivem, aproximadamente, 72% da população brasileira, que encontram nesta floresta a viabilidade econômica para diversas atividades, como a agricultura, a pesca, a geração de energia, o turismo e o lazer. No último levantamento, realizado entre os anos de 2017 e 2018, para a confecção do Atlas da Mata Atlântica, o estado de MG apresentou um crescimento de 8% em área desmatada, já o município de Lavras, não apresenta nenhum desmatamento desde o ano 2000, no entanto, apenas 3,13% da área original deste bioma, no município, se encontra preservada (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

O desmatamento recorrente, com a conseqüente fragmentação dos remanescentes florestais, coloca este bioma como um dos mais ameaçados de extinção no planeta (MORI; BOOM; PRANCE, 1981). A extinção desta floresta, devido à sua importância na proteção de mananciais, colocaria em risco a segurança hídrica, relacionada ao consumo, saneamento básico e geração de energia, de mais de 150 milhões de brasileiros.

Assim, a hipótese levantada neste estudo é a de que o estágio de preservação da floresta afeta a diversidade de flutuação sazonal de abelhas *Euglossina*, e ainda, que o isolamento de fragmentos florestais pode estar contribuindo para o declínio desses polinizadores essenciais.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar a diversidade de abelhas *Euglossina* em fragmentos de Mata Atlântica no Sul de Minas Gerais.

2.2 Específicos

- Analisar a diversidade de machos *Euglossina* que ocorrem em fragmentos de floresta madura e em recuperação.
- Verificar a influência dos fragmentos florestais na atratividade das fragrâncias aromáticas.
- Comparar o padrão de ocorrências das espécies nos fragmentos florestais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado no câmpus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado no município de Lavras, no sul do estado de Minas Gerais. O câmpus ocupa uma área de 505,2 hectares (ha), dos quais, 33,23 ha são Áreas de Preservação Permanente (APP). A área da universidade está inserida numa região de transição entre Floresta Estacional Semidecidual Montana (parte do bioma Mata Atlântica) e Cerrado (PEREIRA et al., 2010).

O clima é caracterizado como subtropical úmido (Cwa), conforme a classificação climática de Köppen. A temperatura média anual é de 20,3°C, a mínima média é de 15,4°C e a máxima média é de 27,2°C. A precipitação média anual é de 1.461,8mm e a umidade relativa média anual é de 73,1% (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2019). A altitude do município varia de 822 a 1259m. A Estação Climatológica Principal de Lavras, localizada dentro do compus da UFLA, está localizada a 916,19m de altitude, na coordenada geográfica -21,22613° de latitude e - 44,979666° de longitude (INMET, 2019).

No delineamento experimental foram selecionados dois diferentes fragmentos florestais para as amostragens das abelhas, ambos em fragmentos de Mata Atlântica (Figura 1). Seguindo a resolução do Conama (BRASIL, 1994), os sítios foram classificados como Floresta madura (FM) e Floresta em recuperação (FR).

Em um estudo de mapeamento e caracterização dos fragmentos florestais existentes na UFLA, Pereira et. al. (2010), dentro dos seis fragmentos estudados, contemplaram os mesmos sítios analisados por este estudo. Para nomear as áreas, os autores utilizaram os nomes populares consagrados pela comunidade acadêmica: ao sítio FM, se referiram como Subestação (SE) e, ao sítio FR, como Matinha (MA).

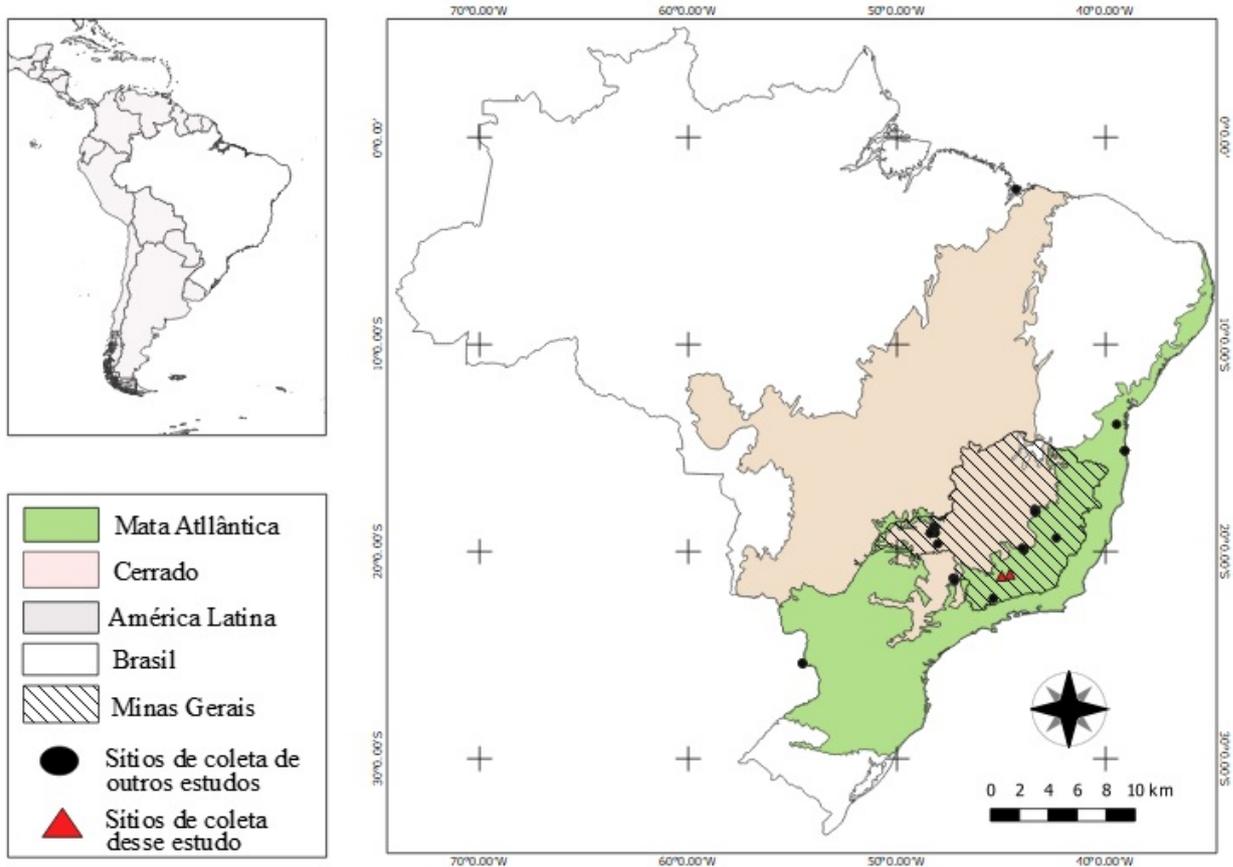
Nesse estudo, os autores caracterizaram as áreas a partir de imagens de satélites, estabelecendo nove índices morfométricos: área, perímetro, índice de forma, área interna, efeito de borda, distância do vizinho mais próximo e índice de proximidade. O sítio FM apresentou: 12,13ha de área total; 6,57ha de área sob o efeito da borda; 5,56ha de área interna - onde não há o efeito da borda; 260,08m de distância do vizinho mais próximo. Já o sítio FR apresentou: 5,72ha de área total, 3,49ha de área sob o efeito da borda; 2,23ha de área interna; 88,27m de distância do vizinho mais próximo.

Ainda nesse estudo, os autores realizaram um levantamento florístico para cada fragmento, a partir do qual puderam calcular os índices Diversidade de Shannon-Weaver e Equabilidade de Pielou. Para o sítio FM, os autores obtiveram 3,917 para o índice de

diversidade de Shannon-Weaver, e 0,949 para o índice de Equabilidade de Pielou. Para o sítio FR, os autores obtiveram 3,117 para o índice de diversidade de Shannon-Weaver, e 0,908 para o índice de Equabilidade de Pielou.

No fragmento FM foi estabelecido um sítio amostral localizado na coordenada $21^{\circ}13'15.24''\text{S}$ $44^{\circ}57'49.17''\text{O}$, na altitude de 938m. Já no fragmento FR foi estabelecido um sítio amostral localizado na coordenada $21^{\circ}13'41.79''\text{S}$ $44^{\circ}58'14.27''\text{O}$, na altitude de 956m.

Figura 1 - Localização dos fragmentos Floresta madura e Floresta em recuperação em Lavras/MG



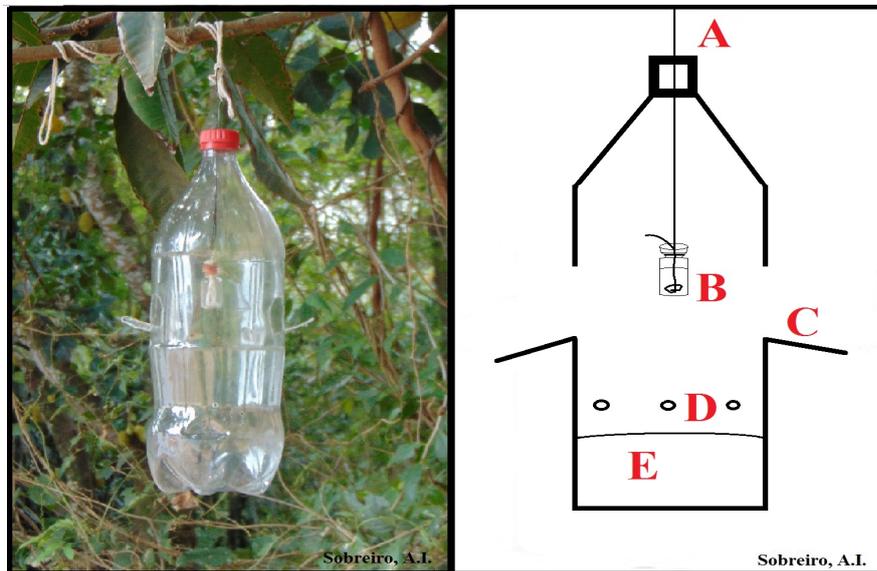
3.2 Amostragem, coleta e identificação das abelhas

A amostragem ocorreu durante 5 meses, entre novembro de 2018 e março de 2019, em todos os sítios. Em cada fragmento florestal foram utilizadas 3 repetições, cada repetição com 2 essências, que foram cinamato de metila e vanilina, totalizando 6 armadilhas por fragmento. As armadilhas permaneceram em cada sítio 24h por dia, durante todos os meses, totalizando, após 5 meses, 3.600 horas de exposição (5 meses x 30 dias por mês x 24 horas por dia). As coletas foram realizadas 1 vez por mês, resultando em 3 amostras por fragmento ao mês, sendo 15 amostras no total.

As armadilhas foram amarradas com barbante de algodão em árvores, a uma altura de 1,50m do chão. Foram realizadas cinco visitas mensais aos locais de coleta para retirada das abelhas, limpeza das armadilhas, reposição das essências aromáticas e reposição da solução de contenção dos insetos.

Para a confecção das armadilhas, optou-se pela técnica de coleta passiva, adaptando-se o modelo de Campos et al. (1989), modificado por Sobreiro et al. (2019) (Figura 2). As armadilhas foram confeccionadas a partir de embalagens de polietileno tereftalato (PET) de refrigerante, padronizadas quanto ao volume, formato e cor das garrafas, assim como também quanto a marca e sabor do refrigerante, para que não houvesse seletividade das abelhas por outro fator, senão pelas essências.

Figura 2 - Foto e ilustração representativa das armadilhas, imagem de Sobreiro et al. (2019). (A) Bocal da garrafa PET, por onde é transpassado o arame que segura o vasilhame de vidro contendo a essência aromática; (B) Vasilhame de vidro contendo a essência aromática; (C) Aberturas laterais; (D) Aberturas para dreno de água proveniente de chuvas; (E) Solução para contenção dos insetos;



Fonte: Sobreiro et. al. (2019)

Foram realizadas, nas garrafas, incisões laterais de cerca de 2 cm de diâmetro, que serviriam de porta de entrada para as abelhas, e foram deixadas abas laterais em cada incisão para que servissem de apoio para o pouso das abelhas. No fundo das garrafas, foram feitos seis furos, diametralmente distribuídos ao longo do perímetro do vasilhame, para que o excesso de água, proveniente de chuvas, fosse drenado. As tampas das garrafas foram mantidas rosqueadas às mesmas, e nestas foram feitos furos, por onde foram passados fios de arames, que serviriam como suporte para a fixação das garrafas PET, e para a fixação dos vasilhames de vidro no

interior das garrafas. Os vasilhames de vidro foram preenchidos com as essências aromáticas e, para o fechamento destes, foram utilizadas tampas de borracha, sendo que, nestas, foram feitas incisões por onde foram transpassados pedaços de barbante de algodão de cerca de 10cm, que serviram de pavio para a emissão das substâncias aromáticas.

No fundo das garrafas PETs foi adicionada uma solução para a contenção dos insetos, que tinha por objetivo o sacrifício e a preservação das abelhas até que pudessem ser retiradas das armadilhas, esta solução foi composta de: água (200ml), álcool etílico na concentração de 92,6% (100ml), detergente neutro (15ml) e sal de cozinha (5g).

Os insetos coletados foram acondicionados a campo em vasilhames de polietileno contendo álcool etílico na concentração de 70%. Em laboratório, os insetos foram montados sobre placa de isopor com o auxílio de alfinetes entomológicos, conforme a técnica proposta por Almeida, Ribeiro-Costa e Marinoni (1998). As espécies foram identificadas a partir da chave de identificação de Nemésio (2009).

3.3 Análise estatística dos dados

Com o intuito de compreender a diversidade de machos de *Euglossina* encontrados nos dois fragmentos de mata, calculou-se os índices propostos por Magurran (2003), que incluem: o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'); os índices de Berger-Parker (d) e de Simpson (D) para aferir o grau de dominância das espécies amostradas em cada área; o índice de equitabilidade de Pielou (J'), que demonstra a uniformidade da distribuição da abundância das espécies.

O índice de Shannon-Wiener (H') foi calculado através da função: $H' = - \sum p_i \ln p_i$, onde p_i é a proporção dos indivíduos pertencentes a i -ésima espécie e $\ln p_i$ é o logaritmo neperiano de p_i . Para o cálculo do índice de Simpson (D) foi utilizada a função: $D = 1 / \sum p_i^2$, onde p_i é a proporção de indivíduos da comunidade que pertencem à espécie i . A função: $d = N_{\max} / N$, onde N_{\max} é o número de indivíduos da espécie mais abundante e N é o número total de espécimes na amostra total, foi utilizada para o cálculo do índice de Berger-Parker (d). O índice de Pielou (J') foi calculado através da função: $J' = H' / H'_{\max}$, onde H' é o índice de Shannon-Wiener e H'_{\max} é o logaritmo neperiano da riqueza da amostra.

Para avaliar se o esforço amostral foi suficiente para representar a riqueza de espécies de cada área estudada, produziu-se a curva de rarefação, expressa em função de 1000 aleatorizações, conforme o proposto por Magurran (2003).

Para identificar a correlação das espécies entre os fragmentos florestais, utilizou-se a análise de componentes principais (PCA), com o auxílio do pacote `vegan` (OKSANEN et al., 2018), no software estatístico R para a realização desta análise.

4 RESULTADOS

Foram coletados 288 machos de *Euglossina*, distribuídos em 50.35% (145 indivíduos) amostrados na floresta madura, e 49.65% (143 indivíduos) na floresta em recuperação. O gênero mais abundante foi *Eulaema* com 64.58% (186 indivíduos) amostrados, seguido por *Eufriesea* com 26.42% (76 indivíduos), *Euglossa* com 3.82% (11 indivíduos) e *Exaerete* com 5.20% (15 indivíduos). O único gênero da subtribo não amostrado foi *Aglae*, com potencial de distribuição no Estado de Minas Gerais (SILVA et al., 2013). *Eulaema nigrita* foi a espécie mais abundante representando 61.11% (176 indivíduos), sendo 57.38% (101 indivíduos) coletados na floresta madura, e 26.04% (75 indivíduos) na floresta em regeneração. *Euglossa truncata* foi a espécie menos abundante, com 1.04% (3 indivíduos) que ocorreram apenas na floresta em recuperação. A abundância e a riqueza de espécies entre as florestas não foram significativas ($df = 1$, $F = 2e-04$, $p = 0.9889$) e ($df = 1$, $F = 1.3617$, $p = 0.2768$) (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de abelhas amostradas em dois fragmentos de floresta (maduro e em recuperação) de transição da Mata Atlântica e Cerrado, sul de Minas Gerais, Brasil.

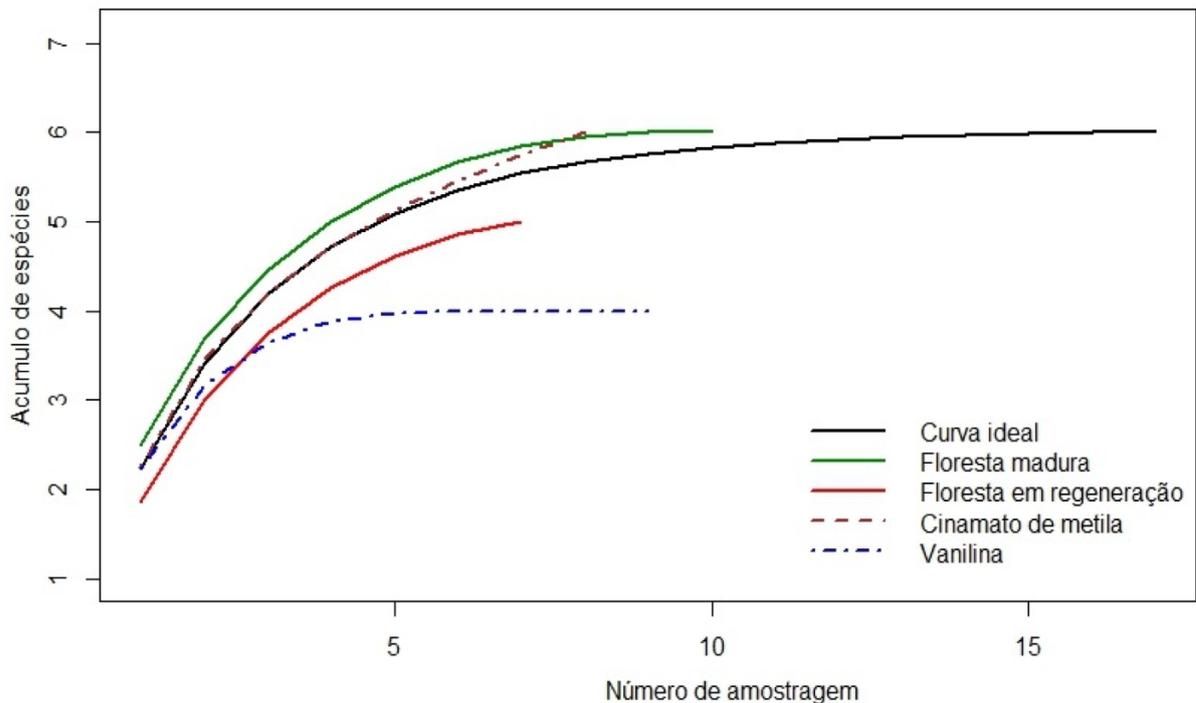
Espécie	Floresta madura	Floresta em recuperação	Total
<i>Eufriesea violacea</i>	36	40	76
<i>Euglossa stellfeldi</i>	2	6	8
<i>Euglossa truncata</i>	0	3	3
<i>Eulaema marcii</i>	5	5	10
<i>Eulaema nigrita</i>	101	75	176
<i>Exaerete smaragdina</i>	1	14	15
Total	145	143	288

De acordo com o Shannon-Wiener (H') a diversidade foi maior na floresta em recuperação ($H' = 1.254$), em relação à floresta madura ($H' = 0.8073$). A dominância também foi maior na floresta em recuperação, ($d = 0.3663$) e ($D = 0.6337$), do que na floresta madura ($d = 0.5483$) e ($D = 0.3663$), conforme os índices de Berger-Parker (d) e Simpson (D), respectivamente. O índice de uniformidade (J) foi maior na floresta em regeneração ($J = 0.6997$) do que na floresta madura ($J = 0.5016$).

A curva de rarefação, usada para comparar a riqueza de espécies entre os fragmentos florestais estudados, sugere que a riqueza da floresta madura se estabilizou, atingindo a

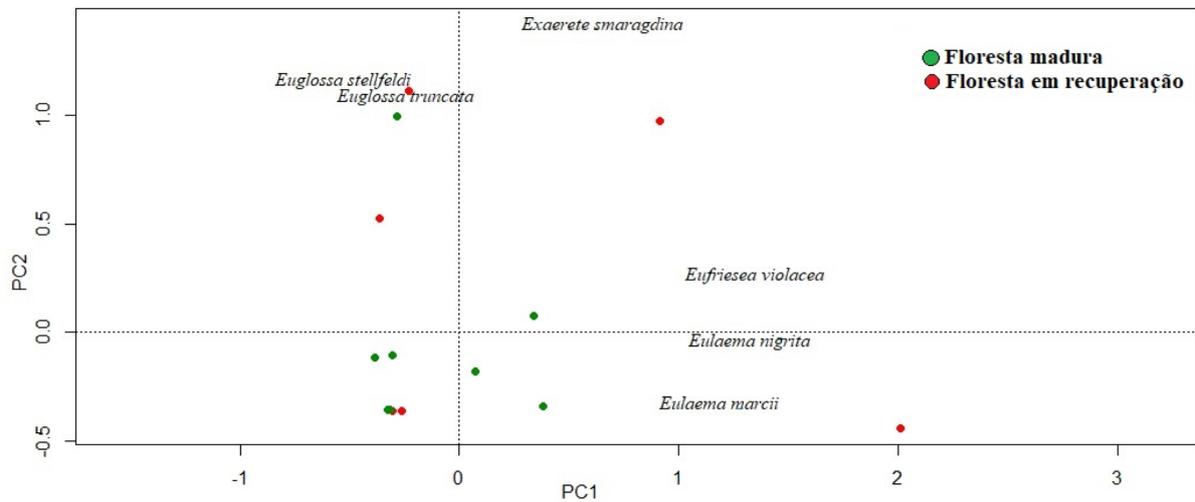
assíntota na 11^a amostra, enquanto que a floresta em recuperação não atingiu o número total de riquezas de espécies do fragmento. A eficiência de atratividade dos aromas sugere que na 3^a amostra, a vanilina já havia atraído os três gêneros capturados, enquanto o cinamato de metila não obteve amostragem suficiente. A eficiência amostral foi de 97.63, e a riqueza média estimada de 6.8. As observações nulas correspondem a 0.34722 (Figura 3).

Figura 3. Curva de rarefação dos aromas atrativos e dos fragmentos de transição da Mata Atlântica e Cerrado (maduro e em recuperação), sul de Minas Gerais, Brasil.



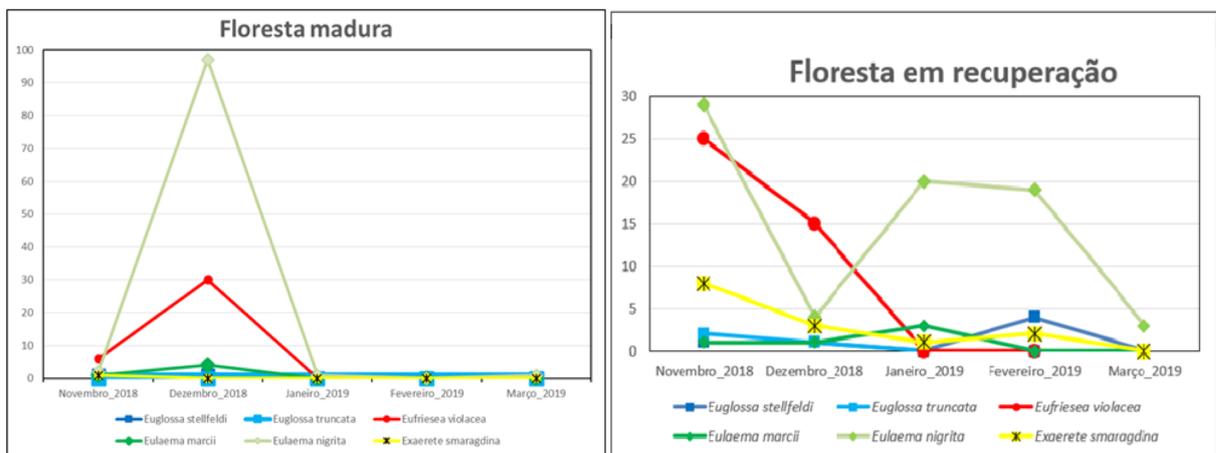
A Análise de Componentes Principais (PCA) revelou diferenças na ordenação dos machos das comunidades de *Euglossina* entre os fragmentos florestais. Observou-se que o fragmento de floresta madura está agrupado, na parte inferior da ordenação, mais próximo ao eixo central, enquanto o fragmento de floresta em regeneração está distribuído, na maioria, na parte superior da ordenação. *Euglossa stellfeldi*, *Euglossa truncata* e *Exaerete smaragdina* estão posicionadas mais próximas da floresta em recuperação, na parte superior da ordenação, caracterizando baixa ocorrência na floresta madura. Além disso, *Eulaema nigrita* e *Eulaema marcii* estão agrupadas mais próximas da floresta madura. Cabe ressaltar que *Eufriesea violacea*, aparentemente, não demonstra uma preferência entre as florestas (Figura 4).

Figura 4. Análise de Componente Principal (PCA) das comunidades de abelhas nos dois fragmentos de floresta (maduro e em recuperação) em área de transição da Mata Atlântica e Cerrado, sul de Minas Gerais, Brasil.



A frequência de espécies foi sazonal na floresta madura, sendo registrada entre novembro/2018 e janeiro/2019. *Exaerete smaragdina* foi a única espécie registrada em março/2019 na floresta madura, enquanto que, na floresta em recuperação, as espécies representaram ampla frequência no mês de novembro/2018, janeiro/2019 e fevereiro/2019. *Eulaema nigrita* foi a única espécie registrada em todos os meses na floresta em recuperação.

Figura 5. Frequência das espécies de abelhas amostradas nos dois fragmentos de floresta (maduro e em recuperação) em área de transição da Mata Atlântica e Cerrado, sul de Minas Gerais, Brasil.



Entre as essências, cinamato de metila apresentou a maior riqueza, atraindo 6 espécies, enquanto vanilina atraiu 4. Quanto à abundância, vanilina atraiu 235 indivíduos, enquanto cinamato de metila atraiu 53 (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de abelhas atraídas por duas essências (vanilina e cinamato de metila) em fragmentos de transição Mata Atlântica e Cerrado, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Espécie	Vanilina	Cinamato de metila	Total
<i>Eufriesea violacea</i>	74	2	76
<i>Euglossa stellfeldi</i>	0	8	8
<i>Euglossa truncata</i>	0	3	3
<i>Eulaema marcii</i>	9	1	10
<i>Eulaema nigrita</i>	142	34	176
<i>Exaerete smaragdina</i>	10	5	15
Total	235	53	288

5 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste estudo sugerem que as paisagens florestais parecem afetar a dinâmica do voo de *Euglossina*, a flutuação sazonal das abelhas é diferente entre os fragmentos florestais (madura e em recuperação), e ainda, as espécies indicam a predominância por florestas mais preservadas em regiões com grande influência agrícola.

Os diferentes tipos de paisagens que existem no mesmo bioma formam microclimas com temperatura, luminosidade, velocidade do vento, entre outros fatores que variam diariamente, afetando a riqueza de espécies (SOBREIRO et al., 2019; SOUZA; HERNÁNDEZ; MARTINS, 2005). Além disso, o tamanho do fragmento floresta também é um fator importante, pois está intimamente relacionado a diversidade de espécies, além de determinar a ocorrência ou não de espécies mais sensíveis a fragmentação (SILVA-PEREIRA; SANTOS, 2006).

Neste estudo, a riqueza de espécies foi relativamente alta, considerando o tamanho dos fragmentos, quando comparado com pesquisas em áreas maiores, como é o caso Medeiros (2014), que numa área de 85.686 ha amostrou 25 espécies. Em outro estudo, na Reserva Biológica União, localizada em Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro, com 3.126 ha, Ramalho, Gaglianone e Oliveira (2009), utilizando armadilhas de curto período e 7 essências diferentes, obtiveram uma riqueza de 17 espécies.

Diferenças no habitat ideal de algumas espécies de *Euglossina* podem explicar as significativas diferenças entre os fragmentos quanto a diversidade e uniformidade (ROUBIK; HANSON, 2004). A diferença de densidade de plantas entre os fragmentos, o que influencia na incidência, velocidade e direção de correntes de ar, e também na temperatura atmosférica no interior de cada fragmento, tornam a dinâmica de dispersão das essências assimétrica entre os fragmentos, o que pode ter favorecido a maior eficiência atrativa das armadilhas no ambiente em regeneração (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006; OTERO; SALLENAVE, 2003).

As abelhas das orquídeas percorrem voos de longas distâncias (WIKELSKI et al., 2010), o que possibilita a transição entre fragmentos florestais distantes em busca de recursos para alimentação e nidificação (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006; OTERO; SALLENAVE, 2003). Este fluxo de voo pode facilitar a recuperação de áreas antropizadas, promovendo a regeneração natural da vegetação e, conseqüentemente, a reintegração das comunidades de abelhas *Euglossina* nesses ambientes florestais (FERRONATO et al., 2017; JHA; DICK, 2010; SOBREIRO et al., 2019).

No geral, os estudos com abelhas *Euglossina* são realizados com armadilhas de isca instaladas durante curtos períodos (poucos dias) ao longo do ano de

amostragem (FERRONATO et al., 2017; GIANGARELLI; DE AGUIAR; SOFIA, 2015; GONÇALVES; SCHERER; OLIVEIRA, 2014;). No entanto, os estudos que empregam armadilhas de iscas por um longo período (média 25-30 dias mensal) durante a amostragem são raros, como fizeram Sobreiro et al. (2019). Neste estudo, foi demonstrando que empregando a técnica de longo período, com armadilhas fixadas no campo em média de 25-30 dias por mês, e realizando a amostragem durante a sazonalidade dos machos, pode-se ter uma eficiência alta na amostra (97.63), atendendo a estimativa quase absoluta da riqueza de espécies do fragmento florestal estudado. Porém, é importante ressaltar que, para florestas em recuperação, regeneração, reflorestamento, em que tenham sido perdidas a vegetação original, os meses de avaliação devem ser maiores que em florestas maduras, pois a flutuação das espécies varia conforme antropização do fragmento (ver Figura 5).

Para Giangarelli et al. (2009), *Eufriesea violacea* é considerada bioindicadora de qualidade ambiental. No entanto, neste estudo, a espécie não indicou preferência pelo fragmento em recuperação ou floresta madura, resultado que poderia ser justificado pela proximidade florística entre os fragmentos, ou ainda, que a comunidade de machos *Euglossina* estejam se reintegrando, devido ao bom sucesso do fragmento em recuperação e também pela proximidade entre as florestas.

As espécies *Euglossa stellfeldi*, *Euglossa truncata* e *Exaerete smaragdina* ocorreram com maior abundância no fragmento em recuperação, resultado que pode indicar a preferência das espécies por ambientes florestais mais abertos, como a área em recuperação, devido ao hábito de acasalamento (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006), ou ainda que, apesar da indiscutível eficiência da utilização de iscas aromáticas na captura de *Euglossina* (GIANGARELLI et al., 2009; NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006; SOBREIRO et al., 2019), as abelhas preferam as flores do ambiente floresta, com aromas naturais à iscas com aromas artificiais. Por outro lado, neste estudo *Eulaema nigrita* indicou uma nítida preferência pela floresta madura, como também encontrou Sobreiro et al. (2019), não corroborando com outros estudos que descrevem a espécie como indicadora de ambientes perturbados (AGUIAR; GAGLIANONE, 2012; RAMALHO; GAGLIANONE; OLIVEIRA, 2009).

A flutuação sazonal das abelhas foi claramente diferente nos dois fragmentos de floresta. Na floresta madura, as espécies de macho *Euglossina* apresentaram um pico nítido de ocorrência e sazonalidade, enquanto que na floresta em recuperação, os níveis de frequência das espécies foram variáveis, e amplamente divergentes, possivelmente sugerindo a interferência climática florestal (vegetação, fatores abióticos) no comportamento reprodutivo dos machos e período de postura das fêmeas. No entanto, estudos que demonstre a flutuação

sazonal das espécies entre fragmentos florestais com níveis de preservação (primária e secundária) em escala regional ou ao longo de um gradiente ambiental são necessários.

6 CONCLUSÃO

No geral, as florestas com níveis diferentes de preservação parecem influenciar a dinâmica de voo e a flutuação sazonal das espécies de *Euglossina*, sugerindo a maior sensibilidade dessas abelhas a fragmentos antropizados. Neste contexto, faz-se necessário a intervenção de medidas de conservação mais eficiente para a proteção e recuperação de fragmentos florestais, visando a importância das florestas para a sobrevivência das abelhas e consequentemente a vida no planeta.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, J. D. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 20, n. 3, p. 301-314, 1983.

AGUIAR, W. M. de; GAGLIANONE, M. C. Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 2, p. 210-219, 2012.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 1998. 78 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.2, de 18 de março de 1994. In **Resoluções**, 1994. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

CAMERON, S. A. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). **Annual Reviews in Entomology**. v. 49, p. 377-404, 2004.

CAMPOS, L. A. C. et al. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 4, p. 621-626, 1989.

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

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

ELTZ, T.; SAGES, A.; LUAU, K. Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. **Journal of Comparative Physiology**, v. 191, p. 575-581, 2005.

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

FARIAS, R. C. A. P. et al. Horário de atividade de machos de *Euglossina* (Hymenoptera: Apidae) e preferência por fragrâncias artificiais em mata e dunas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 863-867, 2007.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2017-2018. 2019.

GARÓFALO, C. A.; ROZEN-JR, J. G. Parasitic behavior of *Exaerete smaragdina* with descriptions of its mature oocyte and larval instars (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **American Museum Novitates**, v. 3349, p. 1-26, 2001.

GIANGARELLI, D. C.; DE AGUIAR, W. M.; SOFIA, S. H. Orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) assemblages from three different threatened phytophysiognomies of the subtropical Brazilian Atlantic Forest. **Apidologie**, v. 46, n. 1, p. 71-83, 2015.

GIANGARELLI, Douglas C. et al. *Eufriesea violacea* (Blanchard) (Hymenoptera: Apidae): an orchid bee apparently sensitive to size reduction in forest patches. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 5, p. 610-615, 2009.

GONÇALVES, R.; SCHERER, V.; OLIVEIRA, P. The orchid bees (Hymenoptera, Apidae, *Euglossina*) in a forest fragment from western Paraná. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 54, n. 6, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Estações Convencionais**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

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

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2003. 256 p.

MINCKLEY, R. L.; REYES, S. G. Capture of the orchid bee, *Eulaema polychrome* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other Mesoamerican bees. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 69, p. 102-104, 1996.

MORI, S. A.; BOOM, B. M.; PRANCE, G. T. Distributional patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia**, v. 33, p. 233- 245, 1981.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Bees, pollination systems and plant diversity. In LASALLE, J.; GAULD, I. D. (Ed.). **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 143-147.

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

NEMÉSIO, A.; SILVEIRA, F. A. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic rain forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 313-323, 2006.

_____. Orchid Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae: *Euglossina*) of Atlantic Forest Fragments inside an Urban Area in Southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 186-191, 2007.

OKSANEN, J. et al. **Package “vegan” v2**. 5-3 community ecology package. 2018.

OTERO, J. P.; SALLENAVE, A. Vertical stratification of euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in an Amazonian forest. **Pan-Pacific Entomologist**, 2003.

PEMBERTON, R. W.; WHEELER, G. S. Orchid bees don't need orchids mutualists – evidence from the naturalization of an orchid bee in Florida. **Ecology**, v. 87, p. 1995–2001, 2006.

PEREIRA, I. M. et al. Avaliação e proposta de conectividade dos fragmentos remanescentes no campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 305-321, 2010.

POKORNY, Tamara et al. Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 224-237, 2015.

RAMALHO, A. V.; GAGLIANONE, M. C.; OLIVEIRA, ML de. Comunidades de abelhas *Euglossina* (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 95-101, 2009.

RAMÍREZ, S.; DRESSLER, R. L.; OSPINA, M. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) from the Neotropical region: A species checklist with notes on their biology. **Biota Colombiana**, v. 3, p. 7-118, 2002.

ROUBIK, D. W.; HANSON, P. E. **Orchids bees of Tropical America: Biology and Field Guide**. Heredia, Costa Rica: INBio Press, 2004, 370 p.

SCHEMSKE, D.W.; LANDE, R. Fragrance collection and territorial display by male orchid bees. **Animal Behaviour**, v. 32, p. 936-937, 1984.

SINGER, R. B.; KOEHLER, S. Notes on the pollination of *Notylia nemerosa* (Orchidaceae): do pollinators necessarily promote cross pollination? **Journal of Plant Research**, v. 116, p. 19-25, 2003.

SILVA, D. P. et al. Amazonian species within the Cerrado savanna: new records and potential distribution for (Apidae: Euglossini). *Aglae caerulea*. **Apidologie**, v. 44, n. 6, p. 673-683, 2013.

SILVA-PEREIRA, V.; SANTOS, G. M. M. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Poistinae) community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 165-174, 2006.

SKOV, C.; WILEY, J. Establishment of the Neotropical orchid bee *Euglossa viridissima* (Hymenoptera: Apidae) in Florida. **Florida Entomologist**, v. 88, p. 225–227, 2005.

SOBREIRO, A. I. et al. Continuous micro-environments associated orchid bees benefit from an Atlantic Forest Remnant, Paraná State, Brazil. **Sociobiology**, v. 66, n. 2, p. 293-305, 2019.

SOUZA, K. P.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MARTINS, C. F. Riqueza, abundância e diversidade de *Euglossina* (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 22, p. 320–325, 2005.

VOGEL, S. Parfumsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchidaceen und *Gloxinia*. **Österreichische Botanische Zeitschrift**, v. 113, p. 302-361, 1966.

WHITTEN, W. M.; YOUNG, A. M.; WILLIAMS, N. H. Function of glandular secretions in fragrance collection by male euglossine bees (Apidae: Euglossini). **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, p. 1285-1295, 1989.

WIKELSKI, M. et al. Large-range movements of neotropical orchid bees observed via radio telemetry. **PLoS one**, v. 5, n. 5, p. e10738, 2010.