



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES**  
Engenheira Agrônoma

**COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINA (HYMENOPTERA: APIDAE)**  
**EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA E MATA LITORÂNEA**  
**NO ESTADO DO CEARÁ**

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2011**

**MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES**

Engenheira Agrônoma

**COMUNIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINA (HYMENOPTERA: APIDAE)  
EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA E MATA LITORÂNEA  
NO ESTADO DO CEARÁ**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2011**

G976c Guimarães, Michelle de Oliveira  
Comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no estado do Ceará / Michelle de Oliveira Guimarães. – 2011.  
80f. ;il. enc.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas  
Área de concentração: Abelhas e polinização  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Zootecnia , Fortaleza, 2011.

1. Abelha – Classificação 2. Euglossina – Classificação 3. Zootecnia I. Breno Magalhães Freitas (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Mestrado em Zootecnia III. Título

CDD 595.799

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho da dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

---

Michelle de Oliveira Guimarães

Aprovada em: 28 de fevereiro de 2011

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Dra. Raquel Andrea Pick  
Universidade Federal do Ceará – UFC/PNPD/PPGERN

A **Deus**, pela constante companhia e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais **José Guimarães Rocha** e **Maria Ineuda de Oliveira Guimarães** exemplos de perseverança e amor incondicional, meus guias e maiores mestres. Alicerce da minha construção moral, profissional e espiritual.

Ao meu namorado **Daniel Brasil**, companheiro, amigo e parceiro nessa jornada. Graças a sua presença foi mais fácil transpor os dias de desânimo e cansaço.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, por está sempre comigo ao longo desse trabalho e de toda minha vida, guiando os meus passos, dando-me forças, coragem, proteção, determinação, perseverança e que me permitiu sonhar e acima de tudo ousar.

Aos meus pais, pela dedicação, incentivo, amor e apoio incondicional, não medindo esforços para a minha educação pessoal e formação profissional. Que em todas as lições souberam mostrar o verdadeiro sentido de viver com dignidade e lutar por meus objetivos. Sem vocês nada disto seria possível. Obrigada por tudo. Amo vocês!

Ao meu amor e amigo Daniel Brasil que me ajudou incansavelmente nessa pesquisa. Por todo apoio, pela ajuda em todas as coletas de campo, por todo carinho, amor, compreensão e pelo companheirismo com o qual tenho podido contar sempre. Sem você a realização deste trabalho teria sido muito mais difícil.

A toda minha família, em especial, a minha segunda mãe Tia Toniza, por estar sempre presente, por todo apoio, amor, incentivo e torcida em todos os momentos de minha vida. Além de ser meu exemplo de garra, determinação, fortaleza e generosidade.

Ao Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas pela oportunidade, apoio, confiança, amizade e contribuição como orientador na construção deste trabalho.

Aos professores que participaram da Banca Examinadora, Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino e Dra. Raquel Andrea Pick, pelas sugestões e contribuições.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em particular, ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado bem como ao corpo docente que o torna de excelência.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Camping Alto da Serra em Guaramiranga - CE, nas pessoas de Seu Tomáz e Seu Marcos por cederem a área de estudo para as coletas, como também pela confiança depositada, excelente recepção e apoio a pesquisa.

Aos donos da Pousada Herdade em Mulungu - CE, Nilton Sá e Paula Sá, pela hospedagem durante todo o período do experimento, por todo carinho, amizade e ainda por cederem uma área de mata de propriedade pousada para que fossem realizadas as coletas.

Ao amigo Engenheiro Agrônomo Luiz Wilson Lima-Verde por possibilitar a realização das coletas em uma área de seu Sítio, no município de Pacoti, como também pela amizade, atenção e excelente hospitalidade.

Ao Dr. André Nemésio da Universidade Federal de Uberlândia pela valiosa colaboração na identificação de todos os espécimes coletados.

Ao Juscelino por toda boa vontade de sempre nos receber no Sítio em Pacoti.

Ao prestativo amigo e colega Alípio Pacheco pela valiosa ajuda nas análises dos dados, bem como pelas sugestões e contribuições a este trabalho.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino e funcionários do setor de apicultura Francisco e Hélio pela ajuda e amizade.

A todos os “abelhudos” do Grupo de Pesquisa com Abelhas - UFC, em especial a Rômulo Rizzardo, Patrícia Andrade, Isac Bomfim, Mikail Olinda, Marcelo Milfont, Marcelo Casimiro, José Everton, Raquel Pick, Abreu Neto, Valdênio Mascena, Diego Melo, Epifânia Rocha e Davi Silva pelo convívio e bons momentos no Laboratório de Abelhas.

Aos amigos de coração que a UFC me deu ao longo desses anos, Daniel Rodrigues (Soneca), Tiago Dias (Xico), Danielle Abreu e Giovana Silva, por todo apoio, pelas conversas e por sempre poder contar com eles.

Ao amigo Thiago Mahlmann, mestrando em entomologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por toda boa vontade e paciência em esclarecer as dúvidas que tive em relação às abelhas.

As queridas Núbia Freitas e Bernadete Freitas, pelo carinho, apoio e torcida durante a realização deste trabalho.

A família Tenda Roots, em especial aos queridos: Yan, Denise, Lua, Bruninho, Lucas, Marcionília, Bob e Caio, pelos bons momentos.

Aos queridos e inesquecíveis avôs (Manoel Queiroz e Antônio Batista) e primo Sérgio Guimarães (*In memorium*) que mesmo ausentes, se fazem presente em meus pensamentos. SAUDADES!!!

A todos os colegas da pós-graduação em Zootecnia da UFC.

À Secretária da Coordenação da Pós-Graduação Francisca Prudêncio, pelo apoio administrativo dispensados durante todo o curso e, sobretudo, pela amizade, incentivo e carinho em todos os momentos.

A todos, que direta ou indiretamente, independente da função, grau parentesco e ou instrução contribuíram neste percurso. Sempre terão meus reconhecimentos e estarão em meus pensamentos. **Muito obrigada!**

*"Quando amamos e acreditamos do fundo de nossa alma, em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá nos vencer. Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa, na hora exata e, quando atingimos nossos objetivos ficamos surpresos com nossa própria capacidade."*

*(Paulo Coelho)*

## RESUMO

A pesquisa foi realizada nos municípios de Guaramiranga, Mulungu e Pacoti da Região serrana do Maciço de Baturité e no município de Fortaleza localizado na Região Litorânea, todos situados no estado do Ceará. As coletas de dados foram realizadas mensalmente, das 8:00 às 16:00 horas, em quatro dias consecutivos, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010, com o objetivo de realizar um levantamento das espécies de Euglossina que ocorrem em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no estado do Ceará. Para o levantamento das espécies foram utilizadas as essências: salicilato de metila, eucaliptol e vanilina. Os machos atraídos pelas essências foram capturados em iscas-armadilhas fabricadas com garrafas plásticas tipo PET de dois litros. Foram amostrados 1.345 machos de Euglossina, nas quatro áreas de estudo, pertencentes a três gêneros e oito espécies. As quatro áreas estudadas tiveram em comum as espécies: *Euglossa carolina*, *Euglossa fimbriata* e *Eulaema nigrata*. As espécies *Euglossa* cfr. *despecta*, *Euglossa pleosticta* e *Eulaema bombiformis* ocorreram exclusivamente nos três municípios do Maciço de Baturité. *Eufriesea auriceps* foi amostrada somente no município de Guaramiranga e *Euglossa* cfr. *hemichlora* apenas em Mulungu. Com relação a abundância, o número de machos amostrados por espécie foi muito variável, sendo *Eulaema nigrata* a espécie mais abundante em todos os sítios. As três iscas aromáticas utilizadas neste estudo mostraram-se eficientes na atração de machos de Euglossina, sendo o eucaliptol a essência mais eficiente em termos de abundância e riqueza de machos atraídos. O número de indivíduos variou de acordo com as estações (seca e chuvosa), sendo mais ativos na estação chuvosa do que nos meses da estação seca. Os machos de Euglossina foram coletados ao longo de todo o dia, porém, a maior parte das visitas às iscas ocorreu das 8:00h às 14:00h. Em todas as áreas amostradas os machos foram mais ativos no período da manhã, com maior atividade no intervalo de 8:00h às 10:00h, concentrando 38,69% do total de indivíduos atraídos às iscas. A estrutura da comunidade de abelhas Euglossina descrita para as áreas de estudo está de acordo com o padrão encontrado em outras regiões do Nordeste do Brasil. Porém, mais estudos sobre a comunidade de Euglossina precisam ser realizados nas demais áreas de fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea do estado do Ceará, a fim de se conhecer mais sobre sua diversidade e os padrões de distribuição, bem como reforçar a importância da conservação deste bioma.

**Palavras-chave:** Euglossina, diversidade, essências, abelhas, abundância.

## ABSTRACT

The research was conducted in the municipalities of Guaramiranga, Mulungu and Pacoti from the highlands of the Baturité's Massif and Fortaleza located in coastal region, all located in the state of Ceará. The data collections were made monthly from 8:00 to 16:00 hours on four consecutive days during the period from November 2009 to November 2010 with the objective of carrying out a survey of Euglossina species who occurring in fragments of Atlantic Forest and Coastal Forest in the state of Ceará. For the collecting of these species were used the essences: methyl salicylate, eucalyptol, and vanillin. Males were attracted by scents and captured in bait-traps made with PET plastic bottles of two liters. We sampled 1.345 male Euglossina in those four areas of study, belonging to three genera and eight species. The four study areas had common species: *Euglossa carolina*, *Euglossa fimbriata* and *Eulaema nigrita*. The species *Euglossa* cfr. *despecta*, *Euglossa pleosticta* and *Eulaema bombiformis* occurred exclusively in the three municipalities of the Baturité's Massif. *Eufriesea auriceps* was sampled only in the city of Guaramiranga and *Euglossa* cf. *hemichlora* only in Mulungu. With respect to abundance, the number of males sampled per species was very variable, *Eulaema nigrita* being the most abundant species in all sites. The three aromatic baits used in this study were effective in attracting males Euglossina, with eucalyptol being the essence more efficient in terms of abundance and richness of males attracted. The number of individuals varied with the seasons (winter and summer), were more active during the rainy season than in the dry months. Males Euglossina were collected throughout the day, however, most visits to baits occurred from 8:00 to 14:00 h. In all areas sampled males were more active during the morning, with higher activity in the range of 8:00 to 10:00h, concentrating 38,69% of those attracted to baits. The community structure of Euglossina described for the study areas is consistent with the pattern found in other regions of northeast Brazil. However, further studies on the community Euglossina must be made in other areas of Atlantic Forest fragments and Coastal Forest in the state of Ceará, in order to learn more about their diversity and distribution patterns, as well as reinforce the importance of conservation this biome.

**Keywords:** Euglossina, diversity, essences, bee, abundance.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Localização dos municípios estudados quanto à comunidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) no estado do Ceará. Na cor verde a Região do Maciço de Baturité, destacando os três municípios (Guaramiranga, Mulungu e Pacoti) e na cor amarela a Região Metropolitana de Fortaleza destacando o município de Fortaleza em azul. ....	27
<b>Figura 2.</b> Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na mata de propriedade do Camping Alto da Serra, no município de Guaramiranga - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010. ....	30
<b>Figura 3.</b> Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na mata de propriedade da Pousada Herdade, no município de Mulungu - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010. ....	31
<b>Figura 4.</b> Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na mata do Sítio Olho d'água dos Tanguará, no município de Pacoti - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010. ....	31
<b>Figura 5.</b> Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na mata do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da UFC, Fortaleza - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010. ....	32
<b>Figura 6.</b> a) - Isca em armadilha de garrafa utilizada para coleta de machos de Euglossini, disposta na trilha de Pacoti no mês de maio de 2010. b) – Detalhe da armadilha ampliada, mostrando as iscas de algodão embebido com essência na altura das aberturas dos funis.....	34
<b>Figura 7.</b> Diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) coletadas em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no estado do Ceará. a) <i>Eulaema bombiformis</i> , b) Abelhas do gênero <i>Euglossa</i> e c) <i>Eulaema nigrita</i> .....	42

<b>Figura 8.</b>	Frequência relativa das espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) amostradas nas quatro áreas de estudo, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010, ordenadas de forma decrescente. ....	45
<b>Figura 9.</b>	Curva de acumulação das espécies de Euglossina capturadas durante as treze coletas realizadas nas quatro áreas de estudo, Fortaleza (A), Mulungu, Guaramiranga (B), Mulungu (C) e Pacoti (D) no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	47
<b>Figura 10.</b>	Similaridade na composição de espécies da comunidade de Euglossina entre as três áreas do Maciço de Baturité (Guaramiranga, Mulungu e Pacoti) e na mata do litoral em Fortaleza, localizadas no estado do Ceará. ....	49
<b>Figura 11.</b>	Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Guaramiranga-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	55
<b>Figura 12.</b>	Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Mulungu-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	56
<b>Figura 13.</b>	Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Pacoti-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	58
<b>Figura 14.</b>	Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Fortaleza-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	59
<b>Figura 15.</b>	Frequência de visitas das espécies de machos de Euglossina às iscas odores e variação de temperatura e umidade média local, nos diferentes horários do dia, nos municípios de Guaramiranga, Pacoti e Mulungu, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010.....	65
<b>Figura 16.</b>	Frequência de visitas das espécies de machos de Euglossina às iscas odores e variação de temperatura e umidade média local, nos diferentes horários do dia, no município de Fortaleza, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	68

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Composição, abundância total e frequência dos machos de Euglossina (Hymenoptera:Apidae) amostrados no período de novembro de 2009 a novembro de 2010, em Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará. ....	42
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros analisados para a comunidade de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae), amostrados entre novembro de 2009 a novembro de 2010, nos municípios de Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará. ....	48
<b>Tabela 3.</b> Abundância de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae) capturadas nas iscas-odores de Eucaliptol, Salicilato de metila e Vanilina, nos municípios de Guaramiranga (G), Mulungu (M), Pacoti (P) e Fortaleza (F) no estado do Ceará, de novembro de 2009 a novembro de 2010. ....	53
<b>Tabela 4.</b> Espécies de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae), coletadas nos municípios de Guaramiranga (G), Mulungu (M), Pacoti (P) e Fortaleza (F), estado do Ceará, no período de novembro de 2009 a novembro de 2010, distribuídas de acordo com o horário de visita às essências. ....	62

# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1	INTRODUÇÃO ..... 16
2	OBJETIVOS ..... 18
2.1	Objetivo geral ..... 18
2.2	Objetivos específicos ..... 18
3	REVISÃO DE LITERATURA ..... 19
3.1	Aspectos gerais das abelhas Euglossina ..... 19
3.1.1	Distribuição ..... 20
3.2	Euglossina como polinizadores ..... 21
3.3	A coleta de compostos aromáticos como ferramenta em estudos ecológicos ... 24
3.4	Flutuações sazonais na abundância de Euglossina ..... 25
4	MATERIAL E MÉTODOS ..... 27
4.1	Localização das áreas de estudo ..... 27
4.2	Caracterização das áreas de estudo ..... 28
4.2.1	Maciço de Baturité ..... 28
4.2.2	Município de Fortaleza ..... 29
4.3	Descrição das áreas amostradas ..... 29
4.4	Dados climatológicos ..... 32
4.5	Amostragem dos machos ..... 33
4.5.1	Isca em armadilha de garrafa ..... 33
4.5.2	Preparação e preservação do material coletado ..... 34
4.6	Análise dos dados ..... 35
4.6.1	Composição, riqueza e abundância da comunidade de Euglossina ..... 35
4.6.2	Frequência relativa das espécies de Euglossina amostradas em cada área de estudo ..... 35
4.6.3	Curva do coletor ..... 36
4.6.4	Diversidade, Equabilidade e Dominância ..... 36
4.6.4.1	Diversidade ..... 36
4.6.4.2	Equabilidade ..... 37
4.6.4.3	Dominância ..... 37

4.6.5	Similaridade entre as áreas .....	38
4.6.6	Atratividade de substâncias odoríferas .....	38
4.6.7	Abundância sazonal .....	38
4.6.8	Horários de atividade dos machos de Euglossina .....	38
4.6.8.1	Relação dos horários de atividades dos machos de Euglossina com a variação de temperatura e umidade média local, nas quatro áreas estudadas. ....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
5.1	Composição, riqueza e abundância da comunidade de Euglossina .....	40
5.1.1	Frequência relativa das espécies de Euglossina amostradas em cada área de estudo .....	43
5.1.2	Curva de acumulação de espécies .....	46
5.1.3	Diversidade, Equabilidade e Dominância .....	47
5.1.4	Similaridade entre as áreas .....	49
5.2	Atratividade de substâncias odoríferas .....	50
5.3	Abundância sazonal .....	54
5.3.1	Guaramiranga .....	54
5.3.2	Mulungu.....	55
5.3.3	Pacoti .....	57
5.3.4	Fortaleza .....	58
5.4	Horários de atividades dos machos de Euglossina .....	61
5.4.1	Horários de atividade dos machos de Euglossina associado à temperatura média e umidade média local, nas quatro áreas estudadas. ....	63
6.	CONCLUSÕES .....	67
	REFERÊNCIAS .....	68

## 1 - INTRODUÇÃO

As abelhas da subtribo Euglossina, também conhecidas como abelhas das orquídeas, formam um grupo homogêneo e distinto dentro de Apidae e são caracterizadas por apresentar um tegumento brilhante metálico, tamanho médio a grande, corpo robusto, glossa extremamente longa e, nos machos, as tíbias posteriores são modificadas para a coleta de substâncias aromáticas (DRESSLER, 1982). Estão amplamente distribuídas na Região Neotropical, sendo encontradas na faixa compreendida entre 29° de latitude norte e 32° de latitude sul, com algumas espécies passando além dos trópicos e maior diversidade de espécies nas regiões quentes e úmidas equatoriais (MOURE, 1967; BÚRQUEZ, 1997).

As Euglossina possuem grande capacidade de vôo, sendo capazes de voar grandes distâncias em florestas tropicais contínuas, e por isso, são considerados importantes polinizadores neotropicais com papel de destaque na polinização de muitas espécies vegetais com distribuição esparsa (JANZEN, 1971), agindo como importantes vetores de pólen, principalmente, da família Orchidaceae (DRESSLER, 1982; ROUBIK, 1989). As fêmeas coletam pólen e néctar nas flores de algumas espécies vegetais que são usados para alimentação e como fonte de resina para a construção de células (ROUBIK; HANSON, 2004). Os machos, além de visitarem as flores para coletar néctar, também o fazem em busca de substâncias aromáticas produzidas por certas plantas, como as da família Orchidaceae, e por fontes não florais como troncos de árvores, frutas em decomposição, madeiras podres e fezes (DODSON, 1966; DRESSLER, 1982; WILLIAMS, 1982; ACKERMAN, 1983a; ELTZ *et al.*, 1999).

A função dessas substâncias aromáticas ainda não está bem esclarecida, porém pesquisas têm mostrado que a coleta de fragrâncias pode ser usada para a agregação de machos (*leks*) da mesma espécie, facilitando a atração de fêmeas no comportamento de acasalamento (KIMSEY, 1980; ELTZ *et al.*, 2005), síntese de feromônios sexuais ou ainda na demarcação de território (DRESSLER, 1982; WILLIAMS; WHITTEN, 1983; CAMERON, 2004).

A identificação dos compostos encontrados em fragrâncias de orquídeas tem permitido sua utilização como iscas artificiais em estudos de levantamentos faunísticos, abrindo caminho para os mais diversos estudos em toda a Região Neotropical (MICHENER, 2000). No Brasil, já foram realizados vários estudos sobre a diversidade e ecologia de

Euglossina em distintos ambientes. No Nordeste, podemos citar alguns trabalhos como o de Rebêlo e Cabral (1997) numa área de Cerrado na Baixada Litorânea do Maranhão; Neves e Viana (1999) em matas ciliares na Bahia; Bezerra e Martins (2001) em remanescentes de Mata Atlântica em João Pessoa, PB; Brito e Rêgo (2001) em uma floresta secundária no Maranhão; Viana *et al.* (2002) em área de dunas costeiras coberta com vegetação de restinga na Bahia; Souza *et al.* (2005) em remanescente de Mata Atlântica em Mamanguape, PB; Carvalho *et al.* (2006) em mata ciliar no Maranhão; Farias *et al.* (2008) em mata e duna no litoral norte da Paraíba; Silva *et al.* (2009) em área de restinga do nordeste do Maranhão e Moura e Schlindwein (2009) na mata ciliar do Rio São Francisco, nos municípios de Glória-BA, Petrolândia – PE, Canindé do São Francisco –SE, Piranhas – AL, Própria – SE e Penedo – AL.

Porém, no estado do Ceará, existe uma grande carência de estudos sobre a ecologia e diversidade da fauna dessas abelhas. O único relato sobre essas espécies no estado foi feito de forma pontual, não sistemática, a mais de cem anos (entre os anos de 1906 e 1909) pelo pesquisador Adolpho Ducke, na região do maciço de Baturité (DUCKE, 1907, 1908, 1910, 1911). Westerkamp *et. al.* (2007) fizeram uma atualização com os nomes dessas espécies, acrescida de algumas observações casuais e afirmam que o inventário de Ducke precisa de uma confirmação, ampliação e mais detalhamento, além de sugerirem que nem todas as espécies de abelhas coletadas nessa área por Ducke são encontradas atualmente. Isso demonstra a necessidade de pesquisas mais atuais sobre a comunidade destas abelhas, principalmente no que se refere aos efeitos das estações seca e chuvosa na composição, riqueza e abundância deste grupo no estado. Desta forma, o propósito desse trabalho foi realizar um levantamento das espécies de Euglossina em fragmentos de Mata Atlântica no maciço de Baturité e em fragmentos de Mata Litorânea em Fortaleza, ambos localizados no estado do Ceará.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo geral**

- Realizar um levantamento das espécies de Euglossina que ocorrem em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no estado do Ceará.

### **2.2 – Objetivos específicos**

- Descrever a fauna de Euglossina, quanto à composição, riqueza e abundância de espécies em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea;

- Verificar a abundância sazonal da comunidade de abelhas Euglossina em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea;

- Verificar a variação nos horários de atividades dos machos de Euglossina das áreas estudadas;

- Avaliar a ocorrência de preferência das fragrâncias utilizadas como atrativos pelos machos de Euglossina.

### 3 - REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Aspectos gerais das abelhas Euglossina

As abelhas das orquídeas pertencem a família Apidae, subfamília Apinae, tribo Apini e subtribo Euglossina (MICHENER, 1990; SILVEIRA *et al.*, 2002). As abelhas desta subtribo são exclusivamente neotropicais e apresentam características morfológicas únicas, que as diferem significativamente dos outros apídeos, como glossas muito compridas e tíbias posteriores alargadas nos machos, que servem para coleta e armazenagem de fragrâncias. Também são caracterizadas por serem insetos de vôo rápido, possuírem corpo robusto, tamanho médio a grande e tegumento brilhante e metálico com padrões de coloração variados (DRESSLER, 1982).

No total, a subtribo Euglossina é composta por mais de 200 espécies descritas, distribuídas em cinco gêneros: *Euglossa* Latreille, 1802, *Eufriesea* Cockerell, 1909, *Eulaema* Lepeletier, 1841, *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825 e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817, sendo os dois últimos cleptoparasitas de outras Euglossina (KIMSEY; DRESSLER, 1986, KIMSEY, 1987).

*Euglossa* é o gênero de maior riqueza de espécies na subtribo, com mais de 100 espécies descritas, sendo representado por abelhas de pequeno a médio porte (8 – 19 mm), podendo apresentar coloração verde, bronze ou azul metálico. Várias das espécies caracterizam-se por áreas de coloração vermelha, acobreada ou violeta (MOURE, 1967; DRESSLER, 1982; SILVEIRA *et al.*, 2002; ROUBIK; HANSON, 2004). Embora raramente vistas nas flores, muitas das *Euglossa* são abundantes em amostras obtidas com iscas aromáticas (SILVEIRA *et al.*, 2002).

O gênero *Eufriesea* é o segundo maior em número de espécies com mais de 60 espécies descritas. São abelhas relativamente grandes e robustas (13 – 27 mm), com bonito e vistoso padrão de cores, variando entre o verde, azul, vermelho e preto. São frequentemente sazonais e, pelo menos no sudeste e sul do Brasil, muitas delas estão ativas apenas durante uns poucos meses na estação chuvosa (KIMSEY, 1982; SILVEIRA *et al.*, 2002; ROUBIK; HANSON, 2004).

As abelhas do gênero *Eulaema* apresentam uma ampla distribuição, sendo observadas em todos os locais de ocorrência da subtribo Euglossina. Compreendem as maiores abelhas da subtribo (18 – 31 mm), são robustas, possuem alta pilosidade e poucos reflexos metálicos, apresentam coloração geralmente negra, podendo conter listras amarelas ou brancas no metassoma (KIMSEY; DRESSLER, 1986; MOURE, 2000).

*Exaerete* é composto por indivíduos cleptoparasitas de ninhos de *Eulaema* e *Eufriesea* (BENNETT, 1972; GARÓFALO; ROZEN, 2001). Compreende abelhas de tamanho corporal entre 18-28 mm e colorido verde metálico, azul-esverdeado, ou azul cintilante.

*Aglae* é um gênero monotípico, sendo representado pela espécie *Aglae caerulea* Lepeletier & Serville, 1825. São cleptoparasitas de *Eulaema nigrita* Lepeletier, 1841 e possuem tamanho corporal de 20-28mm (MYERS, 1935).

### 3.1.1 – Distribuição

A distribuição geográfica de uma espécie está determinada por fatores como o clima, vegetação e a competição com espécies similares (ROSENZWEIG, 1995). Para as abelhas, além desses fatores, também são necessários alguns recursos, como locais para nidificação, fontes de resina, pólen, néctar e óleos. Abelhas cleptoparasitas como *Exaerete* necessitam da presença de abelhas hospedeiras, como ninhos de *Eulaema* e *Eufriesea*. É possível, ainda, que a distribuição atual das abelhas Euglossina seja afetada também por fatores históricos (WCISLO; CANE, 1996; ROUBIK; HANSON, 2004).

As abelhas das orquídeas são endêmicas da região neotropical, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina, e com maior diversidade de espécies nas zonas quentes e úmidas equatoriais (MOURE, 1967; MINCKLEY; REYES, 1996).

Os limites de ocorrência dessas abelhas ao norte são as regiões de Bownsville, Texas, Silverbell, Arizona e Flórida, no sul dos Estados Unidos (MINCKLEY; REYES 1996; SKOV; WILEY, 2005). Ao sul são encontrados representantes deste grupo em Cordoba, Argentina (MOURE 1967) e nas florestas do Rio Grande do Sul (WITTMANN *et al.* 1988).

No Brasil, espécies desse grupo de abelhas são encontradas em quase todas as regiões. Como nos estados do Acre (NEMÉSIO; MORATO, 2006; STORCK-TONON *et al.*, 2009), Amazonas (OLIVEIRA; CAMPOS, 1995; DIAS, 2007); Roraima (NEMÉSIO, 2005);

Tocantins (SANTOS *et al.*, 2004), Amapá (MELO, 2006) e Pará (MOURA *et al.*, 2010) na Região Norte e em Mato Grosso na Região Centro-Oeste (ANJOS-SILVA, 2006). Nas Regiões Sul e Sudeste essas abelhas foram amostradas nos estados de Minas Gerais (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006; ALVARENGA *et al.*, 2007); São Paulo (REBÊLO; GARÓFALO, 1997), Rio de Janeiro (TONHASCA *et al.*, 2002; RAMALHO *et al.*, 2009), Paraná (SANTOS; SOFIA, 2002; SOFIA;SUZUKI, 2004) e Santa Catarina (NEMÉSIO, 2006). Na Região Nordeste já foram descritas no estado do Maranhão (REBÊLO; CABRAL,1997; CARVALHO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2009), Bahia (NEVES; VIANA, 1999. VIANA *et al.*, 2002) e Paraíba (BEZERRA; MARTINS, 2001; FARIAS *et al.*, 2008).

Moura e Schindwein (2009) em um levantamento realizado na mata ciliar do Rio São Francisco também observaram que essas matas funcionam como biocorredores, abrigando e mantendo espécies de Euglossina nos municípios de Glória- BA, Petrolândia – PE, Canindé do São Francisco –SE, Piranhas – AL, Própria – SE e Penedo – AL. Entretanto, no estado do Ceará o único relato dessas espécies foi realizado a mais de cem anos (entre os anos de 1906 e 1909) pelo pesquisador Adolpho Ducke, na região do Maciço de Baturité (DUCKE, 1907, 1908, 1910, 1911).

### 3.2 - Euglossina como polinizadores

As abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) têm papel importante na biologia reprodutiva de muitas espécies vegetais da região Neotropical. Ambos os sexos dessas abelhas visitam e polinizam uma grande diversidade de plantas enquanto procuram por diferentes recursos florais. As flores são visitadas para: coleta de substâncias odoríferas, realizada por machos (DRESSLER, 1968a; ROUBIK; ACKERMAN, 1987; SOARES *et al.*, 1989); coleta de resina, realizada por fêmeas (ARMBRUSTER, 1984; LOPES; MACHADO, 1998); coleta de néctar, realizada por fêmeas e machos (MORI; PRANCE, 1981; SINGER; SAZIMA, 1999) e coleta de pólen, realizada por fêmeas (DRESSLER, 1982).

Os machos dessas abelhas destacam-se por coletarem substâncias aromáticas nas plantas, principalmente, em orquídeas, com algumas centenas de espécies visitadas. Algumas subtribos de orquídeas, como Catasetinae e Stanhopeinae, são exclusivamente polinizadas por machos desse grupo, que são responsáveis pela polinização de cerca de 10% das espécies de

orquídeas neotropicais (DRESSLER, 1982; WILLIAMS; WHITTEN, 1983; ROUBIK; HANSON, 2004).

Para coletar os aromas, os machos escovam a fonte com os tarsos das pernas anteriores e transferem as substâncias coletadas para fendas preenchidas com pêlos (semelhantes a esponjas) existentes nas tíbias posteriores que apresentam superfície interna grande para armazenamento de substâncias (VOGEL, 1963; DODSON, 1966; CRUZ-LANDIM *et al.*, 1965; KIMSEY, 1984). Durante a coleta de fragrâncias, os machos aplicam uma mistura de lipídios não-polares secretados a partir das glândulas labiais cefálicas à superfície do substrato que, aparentemente, ajudariam os machos a reterem os compostos voláteis aumentando, dessa forma, a eficiência da coleta (WHITTEN *et al.*, 1989).

Esta extraordinária interação entre planta e polinizador está controlada pela combinação e concentração das substâncias aromáticas que são produzidas nas calosidades do labelo, em glândulas denominadas osmóforos (VOGEL, 1963; WILLIAMS, 1982; MATIAS, *et al.*, 1996). Ao chegar na flor e coletar as fragrâncias das orquídeas o macho pode disparar o polinário que se fixa ao dorso do tórax. Se este mesmo inseto ao visitar outra flor encaixar o polinário na fenda do estigma pode ocorrer a fecundação (DRESSLER, 1968b; WILLIAMS, 1982).

Embora a associação com espécies de Orchidaceae (ACKERMAN, 1983b; WILLIAMS; WHITTEN, 1983) seja a mais notável e conhecida, as Euglossina mantém também estreitas associações com outras famílias botânicas como Araceae, Amaryllidaceae, Gesneriaceae, Solanaceae, Theaceae, Euphorbiaceae, Guttiferae e Annonaceae (WILLIAMS; DRESSLER, 1976; ARMBRUSTER; WEBSTER, 1979; DRESSLER, 1982; WILLIAMS, 1982; SAZIMA *et al.*, 1993; MELO, 1995; NOGUEIRA *et al.*, 1998; CARVALHO; WEBBER, 2000). As fragrâncias da maioria das flores visitadas pelos machos de Euglossina possuem fortes odores, que podem ser detectadas a longas distâncias e que funcionam como única recompensa floral, pois muitas dessas flores não produzem néctar (DRESSLER, 1967; ACKERMAN, 1983b).

Outra característica marcante das abelhas desta subtribo é que elas apresentam peças bucais extremamente longas, o que permite a exploração de flores com uma ampla gama de comprimento de tubo floral, incluindo flores tubulares não acessíveis a outras abelhas devido ao fato de possuírem uma probóscide bastante longa (SCHLINDWEIN, 2000; 2004; BORRELL, 2005). Devido a essa característica machos e fêmeas visitam e polinizam algumas espécies de orquídeas terrestres (subfamília Orchidoideae), que apresentam longas cavidades nectaríferas onde as abelhas inserem suas peças bucais (SINGER; SAZIMA, 1999;

SINGER; SAZIMA, 2001; SINGER, 2004). Abelhas desse grupo também têm sido observadas coletando néctar em flores de espécies de Apocynaceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Gesneriaceae, Marantaceae, Rubiaceae, Zingiberaceae e Verbenaceae; muitas destas plantas possuem flores com nectários localizados na parte basal e corolas longas (DRESSLER, 1982; ACKERMAN, 1985; LOPES; MACHADO, 1999; DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2003; LOCATELLI; MACHADO, 2004).

Como fonte de pólen há registros de fêmeas dessas abelhas explorando espécies de diferentes famílias como Bixaceae, Flacourtiaceae, Clusiaceae e Myrtaceae. Elas também são consideradas importantes polinizadores de plantas com flores de antera poricida devido a sua grande habilidade na retirada de pólen dessas flores, que são liberados somente após a realização do movimento de vibração (o chamado *buzz pollination*) (DRESSLER, 1982; GARÓFALO *et al.*, 2004). Esta polinização por vibração já foi observado em algumas plantas da família Solanaceae, como *Solanum melongena* L. (GUIMARÃES, 2007) e *Solanum stramonifolium* Jacq. (BEZERRA; MACHADO, 2003).

Cavalcante (2008) estudando os visitantes florais e a polinização da Castanha-do Brasil (*Bertholletia excelsa*) na Amazônia Central também observou que espécies de abelhas Euglossina podem ser consideradas os principais visitantes florais e potenciais polinizadores dessa cultura.

A importância dessas abelhas para a fecundação cruzada das plantas foi enfatizada por Janzen (1971), ao registrar que várias espécies de Euglossina podem voar por vários quilômetros durante sua vida. Este fato as torna um dos grupos de insetos tropicais mais importantes na polinização de espécies de plantas, que apresentam populações isoladas devido à destruição e fragmentação de habitats (JANZEN, 1971; REBÊLO, 2001; WHITE *et al.*, 2002). Dessa forma, espécies vegetais que fornecem recursos exclusivamente para essas abelhas podem trocar material genético entre si, mesmo quando indivíduos reprodutivamente compatíveis estão separados por longas distâncias (PERUQUETTI, 1999). Devido a isso, essas abelhas são particularmente importantes para a manutenção das muitas espécies vegetais auto-incompatíveis (BAWA, 1974; BAWA *et al.*, 1985, MACHADO *et al.*, 2006), sendo inclusive consideradas polinizadores chave em florestas tropicais e subtropicais na América Central e do Sul (DODSON *et al.*, 1969; DRESSLER, 1982).

### 3.3 - A coleta de compostos aromáticos como ferramenta em estudos ecológicos

Os machos das abelhas *Euglossina* possuem o comportamento de coletar compostos aromáticos em uma variedade de recursos florais, cuja principal fonte são as orquídeas (ROUBIK; HANSON, 2004).

Inicialmente achava-se que estas abelhas visitavam as orquídeas em busca de alimento, raspando-lhes as pétalas. A hipótese foi rejeitada quando Dodson e Frymire (1961) observaram que na verdade em vez de dilacerar as pétalas os machos estavam raspando-as com suas pernas anteriores. Através da utilização de compostos fluorescentes mostrou-se que, após a raspagem, o composto era transferido para o basitarso da perna média e depois para uma estrutura especializada (órgão tibial) nas tíbias posteriores, onde seria depositado (KIMSEY, 1984).

A análise das substâncias extraídas do órgão tibial mostrou a composição de terpenóides, compostos aromáticos, compostos aminóides, hidrocarbonetos e monoterpenos (WILLIAMS; WHITTEN, 1983). Alguns destes compostos como os terpenóides e os compostos aromáticos, podem ser obtidos de outras fontes como fungos e madeiras podres, os quais os machos de algumas espécies também visitam (DRESSLER, 1982; ACKERMAN, 1983a). A utilização destas substâncias pelos machos ainda não está esclarecida. Porém, várias hipóteses foram formuladas para tentar explicar sua função, tendo sido postulado que: o macho usaria como feromônio para atrair as fêmeas ou para atrair outros machos, formando sítios de acasalamento; ou para marcar território onde as fêmeas teriam uma preferência por determinado conjunto de fragrâncias, o que levaria a uma possível seleção sexual (DODSON *et al.*, 1969; KIMSEY, 1980; STERN, 1991; LUNAU, 1992; ELTZ *et al.*, 1999).

Um grande passo para um conhecimento mais detalhado das *Euglossina* ocorreu na década de 1960 quando Dodson *et al.* (1969) descobriram como atrair um grande número de machos a iscas contendo compostos aromáticos e depois quando essas fragrâncias passaram a ser sintetizadas em laboratório. Segundo Roubik e Hanson (2004), o número de espécies conhecidas só foi possível graças à utilização destas fragrâncias artificiais. Porém, os estudos de levantamento só se intensificaram na década de 1990 quando Williams e Whitten (1983) apresentaram uma lista de fragrâncias que atraíam machos de *Euglossina*, classificadas de acordo com a sua atratividade e as espécies de orquídeas que as produzem. A utilização destas fragrâncias como iscas para a atração dos machos facilitou o conhecimento destas

abelhas e permitiu a realização de levantamentos faunísticos, abrindo caminho para os mais diversos estudos em toda a Região Neotropical (REBÊLO, 2001).

Ao serem atraídos às iscas, o padrão de atividade dos machos (diário e sazonal) pode ser similar àquele observado na planta visitada. Assim, podem-se obter preciosas informações sobre dados mais completos da ecologia de comunidades desse grupo de abelhas, como os padrões de diversidade, densidade populacional, variação sazonal e geográfica, horário de atividade, longevidade, estruturas de idade, além de sua especificidade pelos compostos químicos, já que apenas coletas nas flores não fornecem dados suficientes sobre a diversidade desse grupo em uma dada localidade (REBÊLO; GARÓFALO, 1991, 1997; OLIVEIRA; CAMPOS, 1995; NEVES; VIANA, 1997; PERUQUETTI *et al.*, 1999; BEZERRA; MARTINS, 2001).

Estudos de comunidades de machos de *Euglossina*, com a utilização de iscas-odoríferas ocorrem preferencialmente em áreas florestais, como nas florestas tropicais do Panamá (ACKERMAN, 1983c; ROUBIK; ACKERMAN, 1987), Costa Rica (JAZEN *et al.*, 1982), Peru (PEARSON; DRESSLER, 1985), Amazônia Central (BECKER *et al.*, 1991; OLIVEIRA; CAMPOS, 1995) e nas florestas subtropicais brasileiras (REBÊLO, 1990; REBÊLO; GARÓFALO, 1991; 1997).

### 3.4 – Flutuações sazonais na abundância de *Euglossina*

A abundância de muitos insetos tropicais varia sazonalmente (WOLDA, 1978). Essa variação parece ser mais acentuada nas florestas decíduas do que nas florestas úmidas (JANZEN *et al.*, 1982). Nas florestas decíduas as *Euglossina* são mais frequentes e abundantes, apresentando o maior número de espécies em atividade na estação chuvosa, quando predominam as árvores que produzem flores dispersas (FRANKIE *et al.*, 1983, REBÊLO; GARÓFALO, 1997).

A ocorrência de abelhas numa dada estação pode ser influenciada por vários fatores, como a fenologia da floração de certas plantas, a presença de parasitas de ninhos, os períodos da atividade de nidificação, emergência de adultos e o tamanho do corpo das abelhas (ACKERMAN, 1983c; PEARSON; DRESSLER, 1985; ROUBIK; ACKERMAN, 1987; REBELO; GARÓFALO, 1991). Sobre este último aspecto, May e Casey (1983) verificaram, dentre as *Euglossina*, que as abelhas grandes e pubescentes como *Eulaema* Lepelletier, 1841 e

*Eufriesea* Cockerell, 1908 regulam muito bem a temperatura torácica e abdominal, de acordo com a temperatura do ar, ao passo que abelhas pequenas e glabras como *Euglossa* Latreille, 1802 não o fazem tão eficientemente.

Em áreas tropicais como a variação da temperatura é mínima, a umidade e pluviosidade são aparentemente melhores candidatas a fatores abióticos primários na determinação de flutuação sazonal (RAMOS; WOLDA, 1985).

Alguns autores também relatam que a sazonalidade pode variar entre os diferentes gêneros de Euglossina. Espécies do gênero *Eufriesea*, por exemplo, são tipicamente sazonais, apresentando atividade restrita ao período chuvoso, estando algumas espécies ativas apenas durante um ou dois meses por ano (DRESSLER, 1982; ROUBIK; ACKERMAN, 1987, WITTMAN *et al.*, 1988, REBÊLO; GARÓFALO, 1991; SILVA *et al.*, 2009), o que pode estar relacionado ao fato das espécies desse gênero serem univoltinas, ou seja, apresentam uma única geração por ano, passando a maior parte do tempo em estado de diapausa pupal (PERUQUETTI; CAMPOS, 1997, VIANA *et al.*, 2001). No entanto, a ocorrência de multivoltinismo em espécies tropicais também é comum. Em espécies de vida longa e rápida multiplicação, as gerações se sobrepõem, resultando num largo pico sazonal (WOLDA, 1988), o que provavelmente ocorre em algumas espécies de *Euglossa* e *Eulaema*.

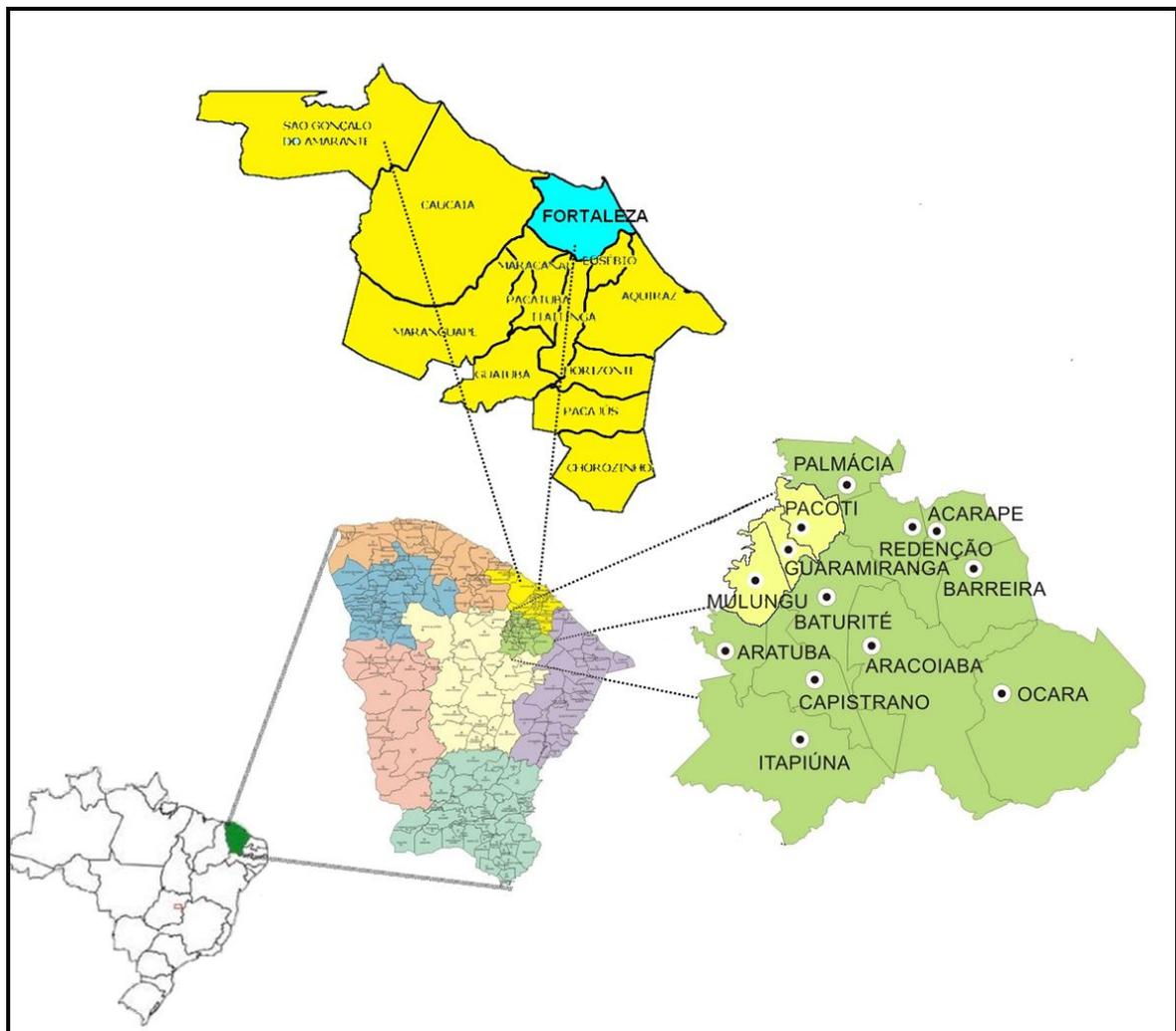
Outro fator que pode ocasionar a variação da flutuação sazonal das espécies de Euglossina são as diferentes regiões do Brasil e do mundo. Trabalhos realizados no Nordeste do Brasil têm mostrado que as análises de sazonalidade são bastante variáveis. Rebêlo e Cabral (1997), Brito e Rêgo (2001), Silva e Rebêlo (2002), Viana *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2009) observaram maior atividade dos machos na estação chuvosa. Entretanto, Neves e Viana (1997), Bezerra e Martins (2001); Martins e Sousa (2005); Carvalho *et al.* (2006) e Farias *et al.* (2008) do meio da estação seca até o início da estação chuvosa. Já Neves e Viana (1999) observaram maior atividade dos machos nos meses mais secos do ano.

Para Rebêlo e Garófalo (1991) a ocorrência de algumas espécies com pequeno número de machos amostrados num determinado período de tempo também pode se referir à fraca associação entre elas e as fragrâncias ou simplesmente reflete a própria estrutura das populações locais.

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 – Localização das áreas de estudo

O estudo foi realizado em três municípios da Área de Preservação Ambiental (APA) da Região serrana do Maciço de Baturité: Guaramiranga ( $4^{\circ} 15' 48''$  S e  $38^{\circ} 55' 59''$  W e altitude de 865,24 m); Mulungu ( $4^{\circ} 18' 20''$  S e  $38^{\circ} 59' 47''$  W e 790,0 m de altitude) e Pacoti ( $4^{\circ} 13' 30''$  S e  $38^{\circ} 55' 24''$  W e 736,13 m de altitude) e na Região Metropolitana de Fortaleza, no município de Fortaleza ( $3^{\circ} 43' 02''$ S e  $38^{\circ} 32' 35''$ W e altitude de 16m), ambas situadas no estado do Ceará (IPECE, 2010) (Figura 1).



**Figura 1** – Localização dos municípios estudados quanto à comunidade de abelhas *Euglossina* (Hymenoptera: Apidae) no estado do Ceará. Na cor verde a Região do Maciço de Baturité, destacando os três municípios (Guaramiranga, Mulungu e Pacoti) e na cor amarela a Região Metropolitana de Fortaleza destacando o município de Fortaleza em azul.

## 4.2 – Caracterização das áreas de estudo

### 4.2.1 – Maciço de Baturité

O Maciço de Baturité, também conhecido como serra de Baturité, constitui o maior e mais representativo relevo residual cristalino do estado do Ceará, com algumas características de floresta tropical úmida e remanescente da Mata Atlântica. Devido a isso é tido como um importante ecossistema, por garantir a conservação e manutenção da biodiversidade (BRASIL, 2002).

Situa-se entre as coordenadas 4° e 4° 30' de latitude sul e 38° 45' a 39° 15' de longitude oeste, na porção nordeste do Estado, com altitudes que variam de 400 a 900 m e alguns picos superando pouco mais de 1.000 m. Apresenta extensão aproximada de 55 km e largura média de 30 km, com área de aproximadamente 1700 km<sup>2</sup>, distando cerca de 100 km da cidade de Fortaleza – CE (CEARÁ, 1997).

No Ceará, a serra de Baturité destaca-se das demais por ser a mais extensa, uma das mais altas e mais úmidas e de maior riqueza biológica no estado, sendo considerada de grande importância na manutenção da biodiversidade e dos recursos hídricos. Por estas características foi criada, por decreto de lei estadual nº 20.956 de 18 de setembro de 1990, a Área de Proteção Ambiental (APA) da serra de Baturité, com área de 32.690 hectares e que integra os municípios de Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção (SEMACE, 1992).

O clima característico do maciço, segundo o sistema de classificação Köppen, é do tipo AW', quente e úmido com chuvas de verão e precipitações máximas no outono. A altitude favorece a ação do clima úmido, onde ocorrem, mesmo nos períodos sem chuvas, os maiores índices pluviométricos. O período chuvoso compreende os meses de janeiro a maio, com picos de precipitação normalmente em março-abril. Enquanto que o período menos chuvoso abrange os meses de setembro a novembro, com mínimas registradas em setembro-outubro (CEARÁ, 1997). Nas áreas de níveis altimétricos mais elevados, onde se localizam as áreas em estudo, a temperatura varia de 19 a 22°C (SEMACE, 1992).

A vegetação é caracterizada por diversas tipologias vegetais como: floresta ombrófila aberta, entre 600m e 700m de altitude; floresta estacional semidecidual submontana abaixo das cotas altimétricas de 600m e abaixo dos 500-600m de altitude, essa vegetação é

gradativamente substituída pela caatinga arbórea ou savana estépica florestada. (GOMES, 1978; SOUSA *et al.*, 1979; ANDRADE-LIMA, 1981; FIGUEIREDO; BARBOZA, 1990; FERNANDES, 1998).

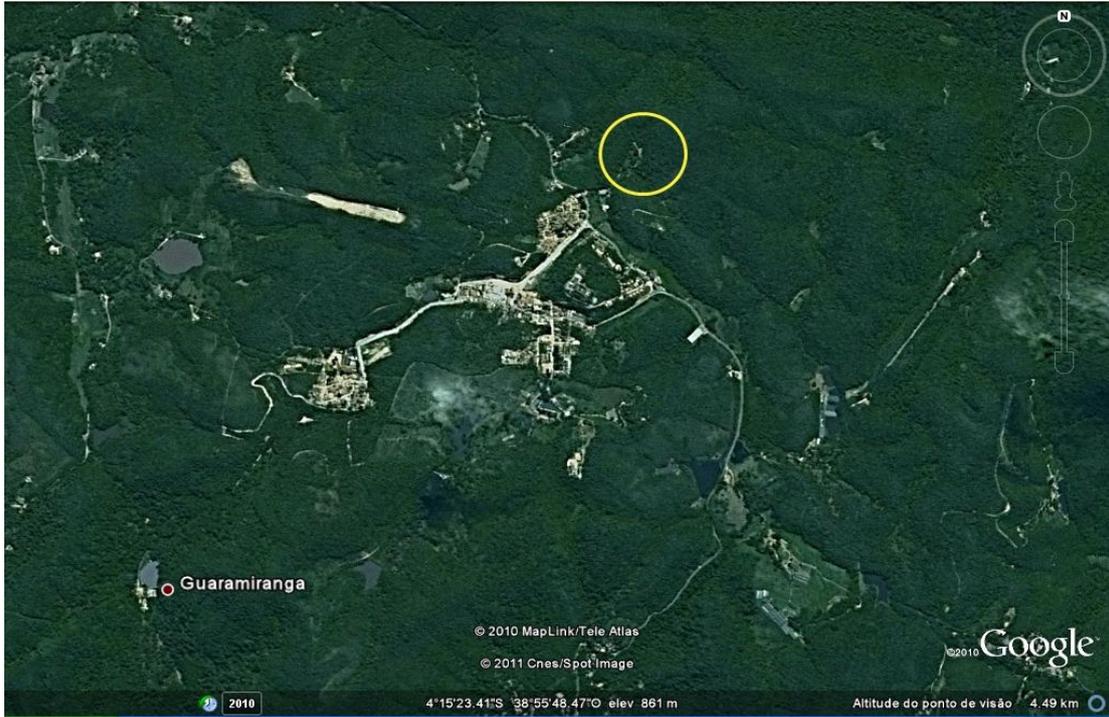
As observações foram realizadas em uma área de floresta ombrófila, que constitui remanescentes disjuntos de Mata Atlântica com cotas altimétricas acima de 600-700m de altitude. No seu contexto geoambiental, forma verdadeiras ilhas de umidade ou brejos de altitude, destacados como área de exceção no meio das depressões semi-áridas do domínio da caatinga.

#### 4.2.2 - Município de Fortaleza

O município de Fortaleza está localizado na mesorregião metropolitana de Fortaleza, com área absoluta de 313,14 km<sup>2</sup> e população de 2.447.409 habitantes (IBGE, 2010). O Clima característico é o Tropical Quente Sub-úmido, sendo de janeiro a maio o seu período chuvoso (Köppen). A média anual de pluviosidade da região é de 1338,0mm, umidade relativa do ar de 78%, temperatura média de 26,9°C, variando entre 23,6 e 30,4°C a média das temperaturas mínimas e máximas, respectivamente. A velocidade dos ventos é de 3,7 m/s e a insolação de 2.856,5 horas anuais. Quanto aos componentes ambientais, Fortaleza possui um relevo classificado como Planície Litorânea e Tabuleiros Pré-Litorâneos e sua vegetação é caracterizada como Complexo Vegetacional da Zona Litorânea e Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (IPECE, 2010).

#### 4.3 – Descrição das áreas amostradas

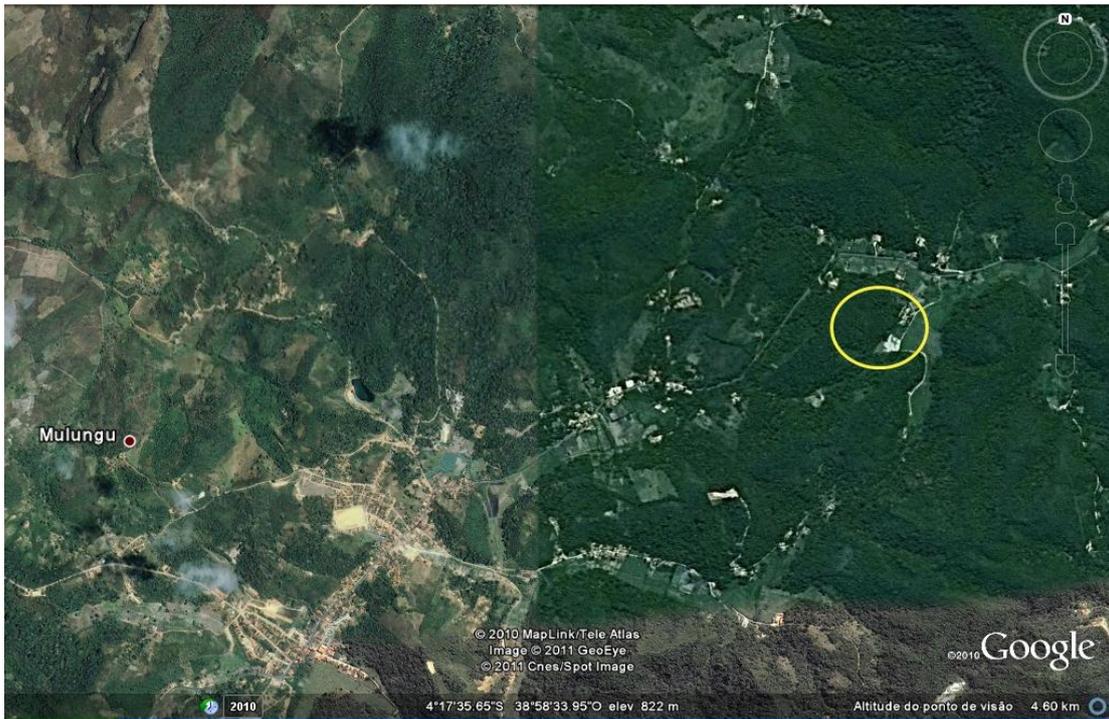
Mata de Guaramiranga: No município de Guaramiranga as coletas foram realizadas em uma mata bem preservada de propriedade do Camping Alto da Serra, localizada entre as coordenadas geográficas 4° 15' 23.4" S e 38° 55' 48.4" W e altitude variando de 872m a 932m. Sendo realizadas em trilhas com comprimento variando de 180m a 200m, em área de vegetação de mata úmida serrana (Figura 2).



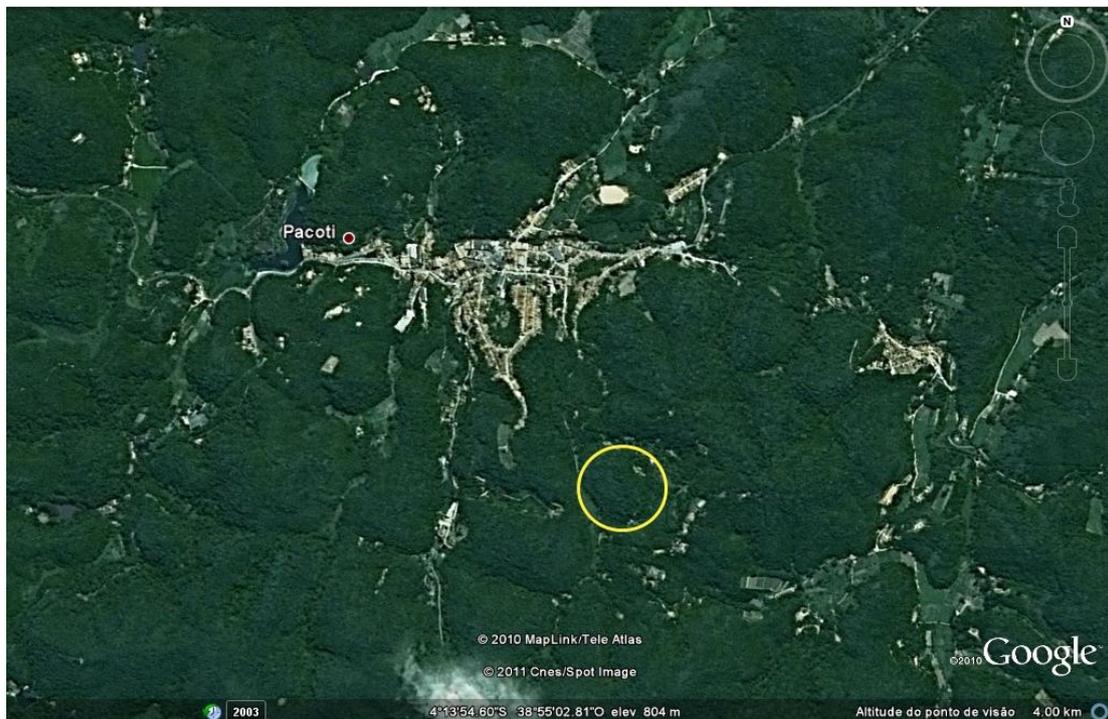
**Figura 2** - Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na mata de propriedade do Camping Alto da Serra, no município de Guarimiranga - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.

Mata de Mulungu: No município de Mulungu a área utilizada para as coletas foi a mata de propriedade da Pousada Herdade entre as coordenadas geográficas  $4^{\circ} 17' 35.6''$  S e  $38^{\circ} 58' 33.9''$  W e altitude variando de 792m a 808m. Sendo realizadas em trilhas com comprimento variando de 180m a 200m, em área de vegetação de mata úmida serrana (Figura 3).

Mata de Pacoti: No município de Pacoti as coletas foram realizadas em uma propriedade particular (Sítio Olho d'água dos Tanguará), localizado entre as coordenadas  $4^{\circ} 13' 54.6''$  S e  $38^{\circ} 55' 02.8''$  W e altitude variando de 811m a 824 m. Sendo realizadas em trilhas com comprimento variando de 180m a 200m, em área de vegetação de mata úmida serrana (Figura 4).

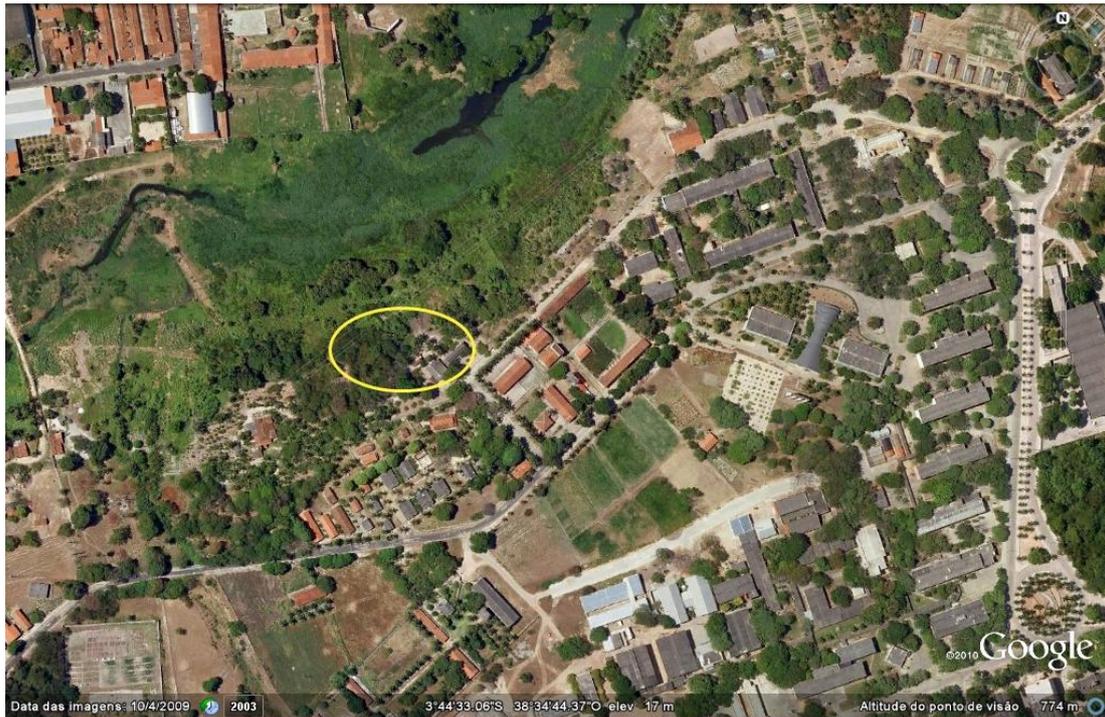


**Figura 3** - Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae) na mata de propriedade da Pousada Herdade, no município de Mulungu - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.



**Figura 4** - Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae) na mata do Sitio Olho d'água dos Tanguará, no município de Pacoti - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.

Mata de Fortaleza: Em Fortaleza as coletas foram realizadas na mata do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC (3° 44' 31.9'' S e 38° 34' 43.1'' W e 48,0 m de altitude). Sendo realizadas em trilhas com comprimento variando de 180m a 200m e em áreas de vegetação bastante antropizadas (Figura 5).



**Figura 5** - Localização da área de coleta (círculo amarelo) de abelhas *Euglossina* (Hymenoptera:Apidae) na mata do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da UFC, Fortaleza - CE. Imagem feita através do Software Google Earth 2010.

#### 4.4 – Dados climatológicos

Nos dias de coleta, nos três municípios do Maciço de Baturité, foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada duas horas (no mesmo momento em que eram reabastecidas as armadilhas) com a utilização de um termohigrômetro digital INSTRUTHERM THAB-500, que foi posicionado na sombra e na altura das armadilhas. Os dados de precipitação, da região do Maciço de Baturité, foram obtidos mensalmente através do site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2010). De

acordo com os dados obtidos, o estudo foi dividido em dois períodos: a estação chuvosa ou úmida (janeiro a junho) e a estação seca (julho a dezembro).

Já para o município de Fortaleza esses dados foram fornecidos pela estação climatológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, localizada no Campus do Pici, Fortaleza, CE, que se localiza próximo a área do experimento.

#### **4.5 - Amostragem dos machos**

Os machos de *Euglossini* foram amostrados durante 13 meses em cada área, de novembro de 2009 a novembro de 2010. As coletas foram realizadas mensalmente, das 8:00 às 16:00 horas, em quatro dias consecutivos.

Para o levantamento das espécies foram utilizadas três fragrâncias artificiais ou iscas odoríferas: Salicilato de Metila, Eucaliptol e Vanilina. Os machos atraídos pelas essências foram capturados em iscas-armadilhas fabricadas com garrafas plásticas tipo PET de dois litros, conforme o método descrito por Neves e Viana (1997).

##### **4.5.1 - Isca em armadilha de garrafa**

As iscas em armadilha de garrafa utilizada nesse estudo foram confeccionadas utilizando quatro garrafas plásticas tipo PET de dois litros. Uma garrafa serviu como base e armazenamento das abelhas e as outras três garrafas foram cortadas em forma de funil e acopladas lateralmente na garrafa base. A superfície interna de cada funil foi lixada, com Lixa Ferro Grana 36, convertendo-se em uma superfície de pouso mais áspera para as abelhas, evitando que as mesmas ficassem deslizando ao pousar. Os funis servem de entrada na armadilha e dificultam a saída das abelhas ao entrarem nela. Dentro de cada armadilha foi inserido um chumaço de algodão envolvido por filó e embebido com um tipo de essência, que foi fixado na tampa da garrafa base, preso a um barbante, deixando as iscas na altura das aberturas dos funis (Figura 6).

Foram utilizadas 18 armadilhas, estas foram penduradas nos ramos das árvores, a uma altura de aproximadamente 1,5m do solo, distribuídas na área a uma distância de

aproximadamente 10m umas das outras. As armadilhas foram vistoriadas a cada 2 horas, quando eram reabastecidas com essências e os indivíduos ali, aprisionados, eram retirados. Alguns machos que sobrevoavam a armadilha, atraídos pelas essências, foram capturados diretamente com rede entomológica.



**Figura 6** a) - Isca em armadilha de garrafa utilizada para coleta de machos de Euglossini, disposta na trilha de Pacoti no mês de maio de 2010. b) – Detalhe da armadilha ampliada, mostrando as iscas de algodão embebido com essência na altura das aberturas dos funis.

#### 4.5.2- Preparação e preservação do material coletado

Os espécimes coletados foram imediatamente sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e transferidos para frascos plásticos individuais devidamente etiquetados com as seguintes informações: local da coleta, data, hora, cor da garrafa e essência utilizada.

No Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos, colocados em estufa a 40°C e devidamente etiquetadas. A identificação taxonômica de todo o material foi realizada pelo Dr. André Nemésio da Universidade Federal de Uberlândia/MG.

#### **4.6 – Análise dos dados**

##### 4.6.1 - Composição, riqueza e abundância da comunidade de Euglossina

Para a avaliação da composição, riqueza e abundância da comunidade de Euglossina os dados foram dispostos na forma de tabela, mostrando a relação das espécies presentes em cada uma das quatro áreas estudadas com o número total e frequência relativa de cada espécie.

##### 4.6.2 - Frequência relativa das espécies de Euglossina amostradas em cada área de estudo

A representação da frequência relativa de distribuição das espécies, em cada área de estudo, foi determinada pelo o número de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao número total de espécies coletadas no determinado local. Representada pela fórmula:  $f = (n_i / N) \times 100$

Onde:

$f$  = frequência relativa

$n_i$  = número de indivíduos de uma dada espécie;

$N$  = número total de indivíduos.

#### 4.6.3 – Curva do coletor

A suficiência de amostragem de abelhas foi analisada com base na curva do coletor que mostra o surgimento das categorias taxonômicas inéditas no decorrer do levantamento (MAGURRAN, 2003). Para essa análise empregou-se o método *random* presente no pacote *vegan* do programa R (R Development Core Team, 2010). Este método encontra a curva de acumulação média e seu desvio-padrão através das permutações aleatórias dos dados ou da subamostragem sem reposição (GOTELLI; COLWELL, 2001).

#### 4.6.4 - Diversidade, Equabilidade e Dominância

##### 4.6.4.1 - Diversidade

Para estimar a diversidade de espécies de abelhas Euglossina utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Weaner ( $H'$ ), que considera a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies (SHANNON; WEANER, 1949; ZAR, 1996; BEGON *et al.*, 2007). Os dados obtidos em cada uma das quatro áreas amostradas foram comparados um a um pelo teste t a um nível de significância de 5%.

Este índice é dado pela fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde:

$H'$  = Índice de Diversidade

$n_i$  = O número dos indivíduos em cada espécie; a abundância de cada espécie.

$S$  = O número de espécies. Chamado também de riqueza.

$N$  = O número total de todos os indivíduos:

$p_i$  = A abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade:  $p_i = n_i/N$

#### 4.6.4.2 - Equabilidade

Para estimar a uniformidade de distribuição de abundância, utilizou-se o Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 2003). Este índice é dado pela fórmula:

$$J' = H' / \ln S$$

Onde:

$H'$  = Índice de Shannon-Weaver

$S$  = O número de espécies.

#### 4.6.4.3- Dominância

Para medir o grau de dominância das espécies nas áreas, foi utilizado o índice de Berger-Parcker ( $d$ ), que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante em cada amostra (BERGER; PARCKER, 1970; MAGURRAN, 2003). Dominância é dada pela equação  $d = N_{\max}/N$ , onde  $N_{\max}$  é o número de indivíduos da espécie mais abundante e  $N$  é o número total de espécimes na amostra total.

Para todas essas análises (Diversidade, Uniformidade e Dominância) foi utilizado o programa computacional PAST.

#### 4.6.5 – Similaridade entre as áreas

Para avaliar a similaridade entre as áreas amostradas em termos de composição de espécies, foi utilizado o coeficiente de Morisita-Horn, que considera tanto a composição de espécies quanto a abundância e atribui mais peso às espécies raras. (MAGURRAN, 2003). Para essa análise foi utilizado o programa computacional PAST.

#### 4.6.6 – Atratividade de substâncias odoríferas

Os resultados obtidos para atratividade de substâncias odoríferas foram dispostos na forma de tabela, mostrando a relação das espécies presentes em cada uma das quatro áreas estudadas, com cada uma das essências utilizadas. Também foi calculada a frequência relativa de cada essência por local.

#### 4.6.7 – Abundância sazonal

Para a descrição da abundância sazonal foi construído um gráfico para cada área estudada. Esses gráficos mostram a relação da pluviosidade do local estudado com a abundância de cada espécie durante o ano.

#### 4.6.8 - Horários de atividade dos machos de Euglossina

Os resultados obtidos para avaliar os horários de atividade dos machos de Euglossina também foram dispostos na forma de tabela. Esta mostra a relação das espécies presentes em cada uma das quatro áreas estudadas com o horário de visita as essências durante o dia. Também foi calculada a frequência relativa para cada essência, em cada local.

4.6.8.1 – Relação dos horários de atividades dos machos de *Euglossina* com a variação de temperatura e umidade média local, nas quatro áreas estudadas.

Para avaliar a relação dos horários de atividades dos machos de *Euglossina* com a variação de temperatura e umidade média local foram construídos gráficos de três eixos. Esses gráficos relacionam a abundância de machos, o horário de visita as essências durante o dia e a temperatura e umidade de cada horário de visita. As análises de correlação entre a atividade dos machos com a temperatura e umidade foram feitas empregando-se o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman (ZAR, 1996).

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Composição, riqueza e abundância da comunidade de Euglossina

Após 13 meses de coletas, foram amostrados 1.345 machos de Euglossina, nas quatro áreas de estudo, pertencentes aos gêneros *Euglossa* (376 machos, 5 espécies), *Eulaema* (967 machos, 2 espécies) e *Eufrisea* (2 machos, 1 espécie), totalizando oito espécies capturadas. Dos três gêneros da subtribo Euglossina coletados no estado Ceará, o gênero *Euglossa* foi o mais bem representado nas quatro áreas estudadas, com cinco espécies capturadas na mata de Mulungu, quatro nas matas de Guaramiranga e Pacoti e duas na mata de Fortaleza. Para o gênero *Eulaema*, foram registradas duas espécies nas matas dos três municípios da área serrana do Maciço de Baturité (Guaramiranga, Mulungu e Pacoti) e apenas uma na mata do município de Fortaleza. O gênero *Eufrisea* foi representado por apenas uma espécie e ocorreu somente em Guaramiranga (Tabela 1).

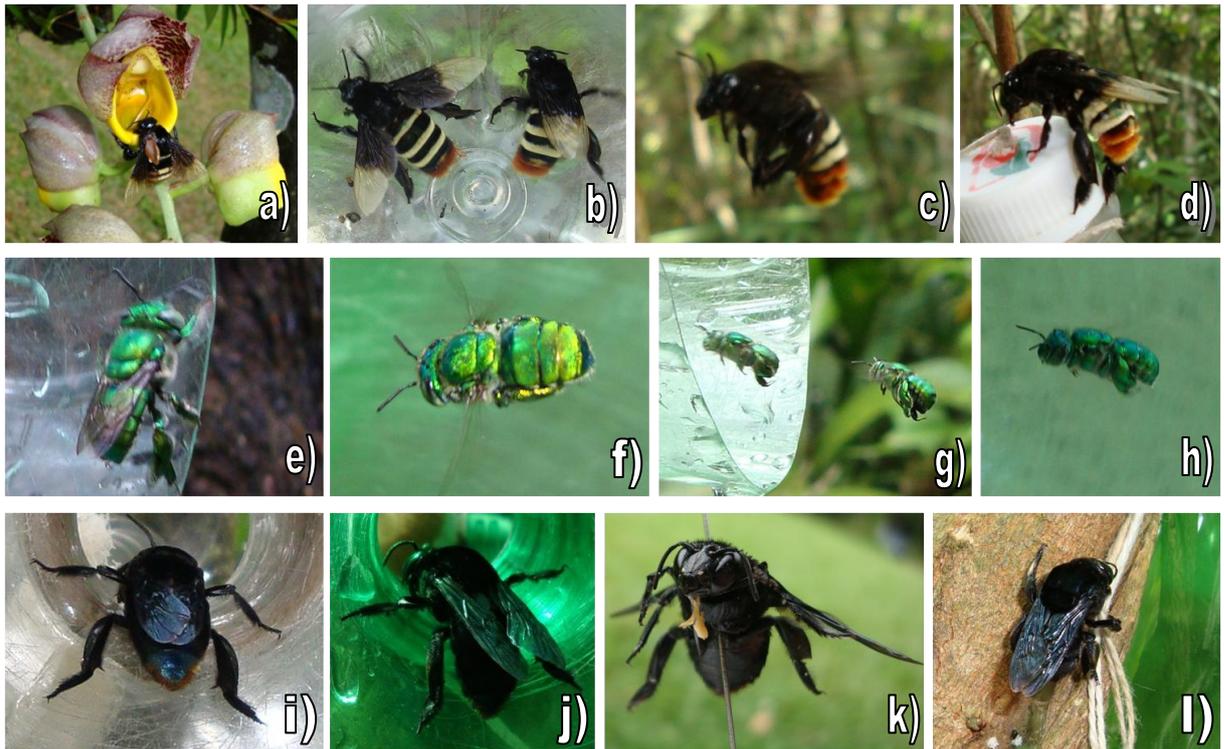
A riqueza de espécies de Euglossina, nas quatro áreas de coleta do estado do Ceará, foi pequena quando comparada com a de outras localidades no Brasil. Isso ocorre, provavelmente, porque essas abelhas apresentam maior número de espécies nas florestas tropicais úmidas (DRESSLER, 1982). Entretanto, os resultados deste estudo estão de acordo com os encontrados em outras regiões do Nordeste do Brasil, com exceção do estado do Maranhão que sofre grande influência da fauna amazônica, apresentando maior riqueza e composição distinta das outras áreas nordestinas (REBÊLO; SILVA, 1999; REBÊLO *et al.*, 2003).

Os levantamentos de abelhas Euglossina realizados nos estados da Paraíba e Bahia comumente englobam entre 7 e 12 espécies, em ambientes de duna, restinga, mangue e floresta atlântica (NEVES; VIANA, 1997; BEZERRA; MARTINS, 2001; VIANA *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2005; FARIAS *et al.*, 2008). No entanto, esses valores ainda são consideravelmente inferiores a riqueza obtida em alguns domínios de Mata Atlântica, como no Rio de Janeiro, com espécies amostradas variando de 17 a 21 (TONHASCA JR *et al.*, 2002; RAMALHO *et al.*, 2009) e 20 espécies em Minas Gerais (NEMÉSIO; SILVEIRA, 2006). Nos levantamentos realizados em florestas tropicais úmidas, como na Região Amazônica foram amostrados 38 espécies (MORATO *et al.*, 1992; OLIVEIRA; CAMPOS, 1995; OLIVEIRA, 1999) e em florestas úmidas da América Central 76 espécies (ROUBIK; HANSON, 2004).

**Tabela 1** – Composição, abundância total e frequência dos machos de Euglossina (Hymenoptera:Apidae) amostrados no período de novembro de 2009 a novembro de 2010, em Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará.

<b>Espécies</b>	<b>Guaramiranga</b>	<b>Mulungu</b>	<b>Pacoti</b>	<b>Fortaleza</b>	<b>Total</b>	<b>Frequência (%)</b>
<i>Eufriesea auriceps</i> Friese, 1899	2	-	-	-	2	0,15
<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009	27	53	19	159	258	19,18
<i>Euglossa</i> cfr. <i>despecta</i>	12	3	5	-	20	1,49
<i>Euglossa</i> cfr. <i>hemichlora</i>	-	1	-	-	1	0,07
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebêlo & Moure, 1996	22	38	12	2	74	5,5
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	11	3	9	-	23	1,71
<i>Eulaema bombiformis</i> Packard, 1869	75	56	50	-	181	13,46
<i>Eulaema nigrata</i> Lepeletier, 1841	372	127	115	172	786	58,44
Total de indivíduos	521 (38,74%)	281 (20,89%)	210 (15,61%)	333 (24,76%)	1345	
Total de espécies	7	7	6	3		

As quatro áreas estudadas tiveram em comum as espécies: *Euglossa carolina*, *Euglossa fimbriata* e *Eulaema nigrita*. As espécies *Euglossa* cfr. *despecta*, *Euglossa pleosticta* e *Eulaema bombiformis* ocorreram exclusivamente nos três municípios do Maciço de Baturité. *Eufriesea auriceps* foi amostrada somente no município de Guaramiranga e *Euglossa* cfr. *hemichlora* apenas em Mulungu (Figura 7).



**Figura 7** – Diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) coletadas em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no estado do Ceará. a), b), c) e d) *Eulaema bombiformis*, e), f), g), h) Abelhas do gênero *Euglossa* e i), j), k), l) *Eulaema nigrita*.

Com relação a abundância, o número de machos amostrados por espécie foi muito variável, sendo a espécie mais abundante *Eulaema nigrita* (58,44%), seguida por *Euglossa carolina* (19,18%), *Eulaema bombiformis* (13,46%), *Euglossa fimbriata* (5,50%), *Euglossa pleosticta* (1,71%), *Euglossa* cfr. *despecta* (1,49%), *Eufriesea auriceps* (0,15%) e *Euglossa* cfr. *hemichlora* (0,07%) (Tabela 1). Segundo Neves e Viana (2003) *Euglossa carolina* (denominadas nesses estudos como *Euglossa cordata*), *Eulaema nigrita* e *Euglossa fimbriata* são muito frequentes na maioria dos ecossistemas brasileiros estando presente na caatinga, cerrado, mata estacional e complexo do Espinhaço baiano.

Levantamentos da fauna de Euglossina realizados em algumas regiões do Nordeste do Brasil, como em um manguezal no baixo sul da Bahia e em fragmentos de Mata Atlântica na região urbana da capital paraibana, mostraram ser *Eulaema nigrata* a espécie mais abundante nesses locais, com respectivamente, 49,40% e 24,49% do total de espécies coletadas e *Euglossa carolina* apareceu nesses mesmos locais com, respectivamente, 44,80% e 15,56% do total de espécies coletadas (NEVES; VIANA, 1997; BEZERRA; MARTINS, 2001). Em outros estudos realizados em dunas litorâneas da Bahia (VIANA *et al.*, 2002), mata e duna na Paraíba (FARIAS *et al.*, 2008) e no litoral norte da Paraíba (SOUSA *et al.*, 2005) os autores observaram que *Euglossa carolina* foi mais abundante em todas as áreas e *Eulaema nigrata* foi a segunda espécie mais abundante em todos esses locais.

No geral predominaram poucas espécies e duas foram mais abundantes nesse estudo. Essa predominância pode estar refletindo a fraca associação das espécies pouco representadas com as essências utilizadas ou representando o padrão da estrutura da comunidade local (REBÊLO; GARÓFALO, 1991).

### **5.1.1 - Frequência relativa das espécies de Euglossina amostradas em cada área de estudo**

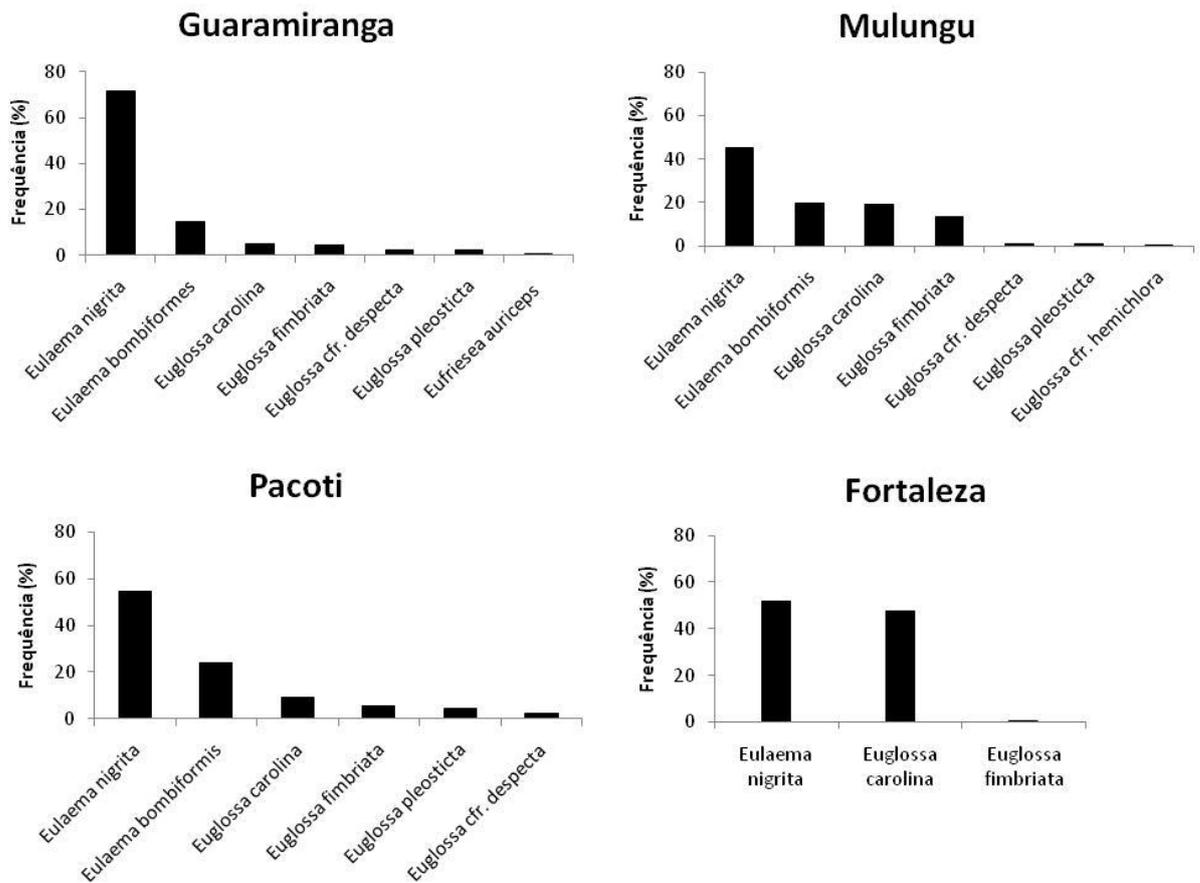
Das três espécies que ocorreram em todos os sítios de amostragem, *Eulaema nigrata* foi a mais frequente nas quatro áreas, com 71,40% do total de machos coletados em Guaramiranga, 54,76% em Pacoti, 51,65% em Fortaleza e 45,20% em Mulungu. Seguida por *Euglossa carolina* que foi mais frequente no município de Fortaleza com 47,75% do total de machos capturados. *Euglossa fimbriata* foi mais abundante nos três municípios do Maciço, já na área litorânea sua frequência foi bem menor, com 0,60% do total de indivíduos coletados em Fortaleza (Figura 8).

Dentre as espécies que só ocorreram no Maciço de Baturité, *Eulaema bombiformis* foi a mais abundante nas três áreas de estudo, sendo mais frequente em Pacoti (23,81% do total de machos coletados), seguido pelo município de Mulungu (19,93%) e Guaramiranga (14,40%). *Euglossa pleosticta* foi a segunda espécie mais abundante, apresentando maior frequência no município de Pacoti (4,29%), seguido por Guaramiranga (2,11%) e Mulungu (1,07%). *Euglossa* cfr. *despecta* foi pouco frequente nas três áreas serranas, com 2,38% em Pacoti, 2,30% em Guaramiranga e 1,07% em Mulungu. *Eufriesea*

*auriceps* que foi amostrada somente no município de Guaramiranga, teve apenas dois indivíduos e uma frequência de 0,38% e *Euglossa* cfr. *hemichlora* ocorreu somente em Mulungu, com um indivíduo capturado e uma frequência de 0,35% (Figura 8).

*Eulaema nigrita*, a espécie mais comum neste trabalho, é fartamente amostrada em diferentes regiões do Brasil (REBÊLO; GARÓFALO, 1997; TONHASCA *et al.*, 2002; SOFIA *et al.*, 2004, FARIAS *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2009). Essa espécie tem sido encontrada em grande número em fragmentos mais perturbados e foi sugerida como indicadora de qualidade ambiental para áreas degradadas (PERUQUETTI *et al.*, 1999; TONHASCA *et al.*, 2002), porém nossos resultados diferem mostrando que ela foi dominante em todas as áreas inclusive nas mais preservadas.

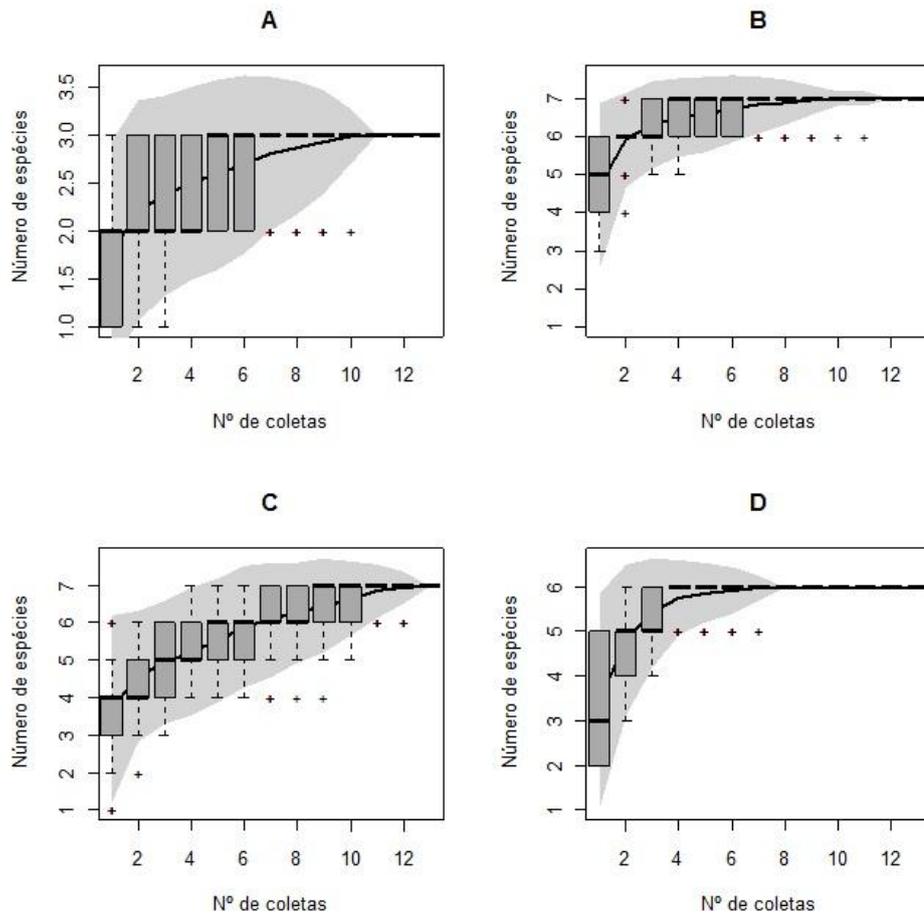
*Euglossa carolina*, a segunda espécie mais frequente neste estudo, também foi bem representada em alguns estudos realizados na Região Sudeste (AGUIAR *et al.*, 2008; RAMALHO *et al.*, 2009) e Região Nordeste do Brasil (NEVES; VIANA, 2003; SOUZA *et al.*, 2005; FARIAS *et al.*, 2007; FARIAS *et al.*, 2008). A expressiva abundância relativa de *Euglossa carolina* na área de Fortaleza, quando comparada com as três áreas do Maciço de Baturité sugerem uma associação dessa espécie com ambientes mais perturbados, como é o caso da mata de Fortaleza que encontra-se bastante antropizada. Em alguns trabalhos realizados em ambientes urbanos e/ou perturbados *Euglossa carolina* tem aparecido como uma das espécies comumente presentes e em abundância bastante elevadas (AGUIAR; GAGLIONE, 2008; FARIAS *et al.*, 2008). Assim, alguns autores têm apontado essa espécie como uma bioindicadora de ambientes secos e alterados (PERUQUETTI *et al.*, 1999; AGUIAR; GAGLIONE, 2008).



**Figura 8** – Frequência relativa das espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) amostradas nas quatro áreas de estudo, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010, ordenadas de forma decrescente.

### 5.1.2 - Curva de acumulação de espécies

A análise das curvas do coletor (ou curva de acumulação observada) demonstra que ocorreu uma acumulação progressiva de espécies até o último mês de coleta, indicando um aumento contínuo de novas espécies e mostrando que a suficiência amostral foi atingida nas quatro áreas amostradas (Figura 9).



**Figura 9** – Curva de acumulação das espécies de Euglossina capturadas durante as treze coletas realizadas nas quatro áreas de estudo, Fortaleza (A), Mulungu, Guaramiranga (B), Mulungu (C) e Pacoti (D) no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010.

### 5.1.3 - Diversidade, Equabilidade e Dominância

Na mata de Mulungu, foi registrada a maior diversidade de abelhas Euglossina no Ceará, seguido pelo Sitio Olho d'água dos Tanguará em Pacoti, mata de Guaramiranga e da mata do apiário da UFC em Fortaleza (Tabela 2). A comparação entre os índices mostrou que houve diferença significativa na diversidade entre as áreas ( $p < 0,001$ ), porém entre Mulungu e Pacoti não houve diferença ( $p > 0,05$ ).

As baixas equabilidades das áreas de Guaramiranga e Fortaleza se devem principalmente à alta dominância de *Eulaema nigrita* na amostra total de ambas as áreas.

Quanto mais próximo de 1 (um) for o valor do índice de equabilidade demonstra que a abundância das espécies estão distribuídas de forma mais uniforme em relação a abundância. Porém quando esse valor é bem menor que 1 (um) reflete uma ou poucas espécies com alta abundância, enquanto que a maioria possui abundância menor.

**Tabela 2** – Parâmetros analisados para a comunidade de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae), amostrados entre novembro de 2009 a novembro de 2010, nos municípios de Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Fortaleza, no estado do Ceará.

	Diversidade de Shannon (H')*	Equabilidade (J')	Dominância Berger-Parker (d)
Mulungu	1,38a	0,71	0,45
Pacoti	1,28a	0,71	0,55
Guaramiranga	1,00b	0,51	0,71
Fortaleza	0,72c	0,66	0,52

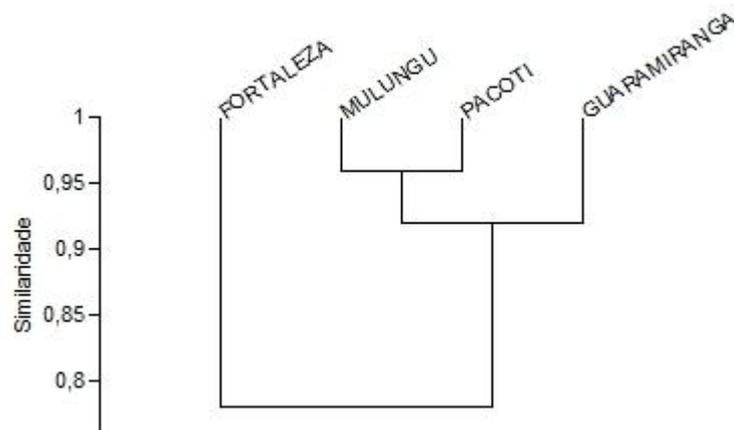
\* Índices de diversidade seguidos por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (P>0,05)

O índice de dominância de Berger-Parker (inverso a equabilidade de Pielou) também revelou menor homogeneidade nas abundâncias das espécies em Guaramiranga (d = 0,71), seguido por Pacoti (d = 0,55), Fortaleza (d = 0,52) e Mulungu (d = 0,45) (Tabela 2). A alta dominância de *Eulaema nigrita* nas áreas de Guaramiranga e Pacoti contribuiu para a baixa uniformidade dessas áreas. Porém também há de se considerar que a mata de Fortaleza está bastante alterada devido a ação antrópica e por isso apresenta uma menor riqueza, com apenas três espécies capturadas. Devido a esse fator, a maior equabilidade apresentada em Fortaleza quando comparada com a mata de Guaramiranga é resultado da baixa riqueza em espécies da mata litorânea, pois a distribuição da abundância se dá apenas entre três espécies. Isso também explica o menor valor de dominância de Fortaleza em relação a Guaramiranga e Pacoti.

### 5.1.4 – Similaridade entre as áreas

A similaridade entre as quatro áreas, comparadas através do índice de Morisita-Horn, indicou que houve uma maior semelhança na composição e abundância de espécies entre as três áreas do Maciço de Baturité, do que com a área de Fortaleza. Com relação as três áreas pertencentes ao Maciço, Mulungu e Pacoti são mais semelhantes entre si (Figura 10). Segundo Wolda (1981), o índice de similaridade de Morisita é o índice mais satisfatório entre os disponíveis, embora seja fortemente influenciado pela abundância da espécie mais comum.

Como esperado, as áreas do Maciço que possuem resquícios de Mata Atlântica foram mais similares entre si, provavelmente devido as diferenças climáticas, tipo de vegetação e composição florística desse ambiente quando comparada com a área de Fortaleza. Também há de se considerar que essa menor similaridade entre as áreas serrana do Maciço e a área litorânea de Fortaleza é possivelmente consequência da perda da riqueza de espécies de abelhas *Euglossina* na região litorânea em decorrência da ação antrópica, visto que a mata do apiário da UFC encontra-se bastante degradada. De acordo com Souza *et al.* (2005), variações na riqueza das espécies de *Euglossina* entre diferentes regiões podem ser atribuídas a diferentes métodos de coleta, como tipo de fragrâncias e o esforço de amostragem, o que não ocorreu neste trabalho, onde estes aspectos foram padrões para todos os sitios de coleta. Os autores também sugerem que diferenças na composição vegetal local e na disponibilidade de recursos podem também ser fatores importantes na variação de riqueza e composição das espécies de *Euglossini* encontradas em áreas distintas, mesmo com vegetação semelhante.



**Figura 10** – Similaridade na composição de espécies da comunidade de *Euglossina* entre as três áreas do Maciço de Baturité (Guaramiranga, Mulungu e Pacoti) e na mata do litoral em Fortaleza, localizadas no estado do Ceará.

## 5.2 – Atratividade de substâncias odoríferas

As três iscas aromáticas utilizadas neste estudo mostraram-se eficientes na atração de machos de *Euglossina*, como mostra a tabela 3. Eucaliptol foi a essência mais eficiente em termos de abundância de machos atraídos, com 636 indivíduos capturados (47,60% do total de exemplares capturados), seguida por vanilina com 567 machos atraídos (42,44%) e salicilato de metila com 133 indivíduos (9,96%). As fragrâncias utilizadas neste trabalho estão entre aquelas mais comumente utilizadas nos levantamentos faunísticos de *Euglossina*. Nos estudos realizados no Nordeste do Brasil (NEVES; VIANA, 1997; NEVES; VIANA, 1999; BEZERRA; MARTINS, 2001; BRITO; RÊGO, 2001; SILVA; RÊBELO, 2002; VIANA *et al.*, 2002; CARVALHO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2009; MOURA; SCHLINDWEIN, 2009) eucaliptol, salicilato de metila e vanilina foram utilizadas em todos eles, excetuando Farias *et al.* (2007); Sousa *et al.* (2005) e Martins e Sousa (2005) que das três essências utilizadas nesse trabalho utilizaram apenas eucaliptol e vanilina, e Rêbello e Silva (1999) que utilizaram apenas salicilato de metila e vanilina.

Em termos de proporção de riqueza de espécies atraídas por essência, o eucaliptol se manteve como o composto mais eficiente, considerando-se o total ou cada área separadamente, atraindo sete espécies. Este resultado também foi obtido em estudos realizados em outros estados do Nordeste do Brasil, como Bahia (NEVES; VIANA, 1997; NEVES; VIANA, 1999; VIANA *et al.*, 2002), Paraíba (BEZERRA; MARTINS, 2001) e Maranhão (BRITO; RÊGO, 2001; CARVALHO *et al.*, 2006), onde o eucaliptol também foi o composto preferido, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos atraídos. O eucaliptol é considerado como um dos compostos mais atrativos para os machos dessas abelhas (WILLIAMS; WHITTEN, 1983). Vanilina foi a segunda essência mais eficiente atraindo seis espécies enquanto que a essência menos eficiente foi o salicilato de metila com quatro espécies atraídas. Apesar disso, a maior abundância e riqueza de espécies de *Euglossina* são mais facilmente obtidas utilizando-se o maior número possível de substâncias odoríferas (OLIVEIRA; CAMPOS, 1995).

As espécies demonstraram preferência por determinadas fragrâncias, embora tenham sido coletadas em mais de uma (Tabela 3). Praticamente todos os machos de *Euglossa carolina* (98.84%), *Euglossa fimbriata* (100%), *Euglossa* cfr. *despecta* (85%) e *Euglossa* cfr. *hemichlora* (100%) foram atraídos pelo eucaliptol, sendo que para as espécies *Euglossa*

*fimbriata* e *Euglossa* cfr. *hemichlora* este composto foi exclusivo. *Euglossa pleosticta* teve nove indivíduos atraídos pelo eucaliptol (39,13%) e 14 pela vanilina (60,87%).

A maioria dos machos de *Eulaema nigrita* (547 indivíduos) foram capturados pela vanilina (69,59%), 234 pelo eucaliptol (29,77%) e apenas cinco machos foram atraídos pelo salicilato de metila (0,64%). Neves e Viana (1997), em um levantamento realizado na Bahia, observaram que *Eulaema nigrita* só foi atraída por essas três fragrâncias, porém a maior abundância dessas abelhas ocorreu no eucaliptol. Carvalho *et al.* (2006) em um estudo no Maranhão observaram que a maior abundância dessas abelhas ocorreu na essência vanilina, seguida pelo eucaliptol e salicilato de metila. Bezerra e Martins (2001) na Paraíba encontraram que *Eulaema nigrita* não visitou o salicilato de metila e foi mais abundante na vanilina seguida do eucaliptol. A atratividade de *Eulaema nigrita* pelas três essências indica uma baixa especificidade por parte dessa abelha, mas as variações entre a atratividade das essências observadas nos vários trabalhos sugere que fatores inerentes dos locais estudados podem interferir na atratividade das essências para *Eulaema nigrita*.

*Eulaema bombiformis* foi mais atraída pelo salicilato de metila com 124 machos capturados (71,68%), seguida pelo eucaliptol com 47 indivíduos (27,17%) e vanilina com 2 machos (1,15%). Estes resultados estão de acordo com os de trabalhos conduzidos na Bahia e no Rio Janeiro, onde a atratividade de iscas mostraram que indivíduos de *Eulaema bombiformis* foram exclusivamente atraídos pelos salicilato de metila (VIANA *et al.*, 2002; AGUIAR, 2006).

A única espécie exclusivamente atraída pela vanilina foi *Eufriesea auriceps* com apenas dois indivíduos capturados. Alvarenga *et al.* (2007) trabalhando com diversidade de Euglossina em Minas Gerais também observaram que a vanilina mostrou-se o único composto atrativo para a espécie *Eufriesea auriceps*. Rebêlo e Silva (1999) observaram que no Maranhão esta espécie só tem sido atraída pelo cineol.

Em Guaramiranga, vanilina foi a essência que atraiu o maior número de indivíduos, com 265 machos capturados (51,26%), seguida pelo eucaliptol, com 203 indivíduos (39,26%) e o salicilato de metila com 49 (9,48%). Quanto ao número de espécies eucaliptol foi mais atrativo (seis espécies), seguido pela vanilina com cinco e salicilato de metila com duas espécies atraídas.

Em Mulungu o eucaliptol atraiu 142 machos (50,71%) e sete espécies, seguido pela vanilina com 87 indivíduos (31,07%) e duas espécies e salicilato de metila com 51 machos (18,22%) e 4 espécies. Em Pacoti, o eucaliptol também foi a isca mais visitada com 97 indivíduos atraídos (47,09%), seguida por vanilina com 76 indivíduos (36,89%) e salicilato

de metila com 33 machos (16,02%). Em relação ao número de espécies eucaliptol foi a mais atrativa, com seis espécies atraídas, seguida pelo salicilato de metila e vanilina, ambas com quatro espécies.

Em Fortaleza, o salicilato de metila não atraiu machos de qualquer espécie. O eucaliptol foi a essência que atraiu o maior número de indivíduos (58,26%) e de espécies (três), seguido pela vanilina com 47,74% dos indivíduos atraídos e uma espécie capturada.

**Tabela 3** – Abundância de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae) capturadas nas iscas-odores de Eucaliptol, Salicilato de metila e Vanilina, nos municípios de Guaramiranga (G), Mulungu (M), Pacoti (P) e Fortaleza (F) no estado do Ceará, de novembro de 2009 a novembro de 2010.

Espécies	Essências e número de indivíduos atraídos											
	Eucaliptol				Salicilato de metila				Vanilina			
	G	M	P	F	G	M	P	F	G	M	P	F
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	117	39	45	33	1	2	2	-	254	86	68	139
<i>Eulaema bombiformis</i> Packard, 1869	22	8	17	-	48	47	29	-	1	-	1	-
<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009	26	52	18	159	-	1	1	-	1	-	-	-
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebêlo & Moure, 1996	22	38	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglossa</i> cfr. <i>despecta</i>	12	2	3	-	-	1	1	-	-	-	1	-
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	4	2	3	-	-	-	-	-	7	1	6	-
<i>Eufriesea auriceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Euglossa</i> cfr. <i>hemichlora</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total de machos</b>	203	142	97	194	49	51	33	-	265	87	76	139
<b>Total de espécies</b>	7	7	6	3	2	4	4	-	5	2	4	1

### 5.3 – Abundância sazonal

O número de indivíduos variou de acordo com as estações (seca e chuvosa), sendo mais ativos na estação chuvosa, de janeiro a julho, do que nos meses da estação seca, de novembro de 2009 a dezembro de 2009 e de agosto a novembro de 2010 (Figuras 11, 12, 13 e 14).

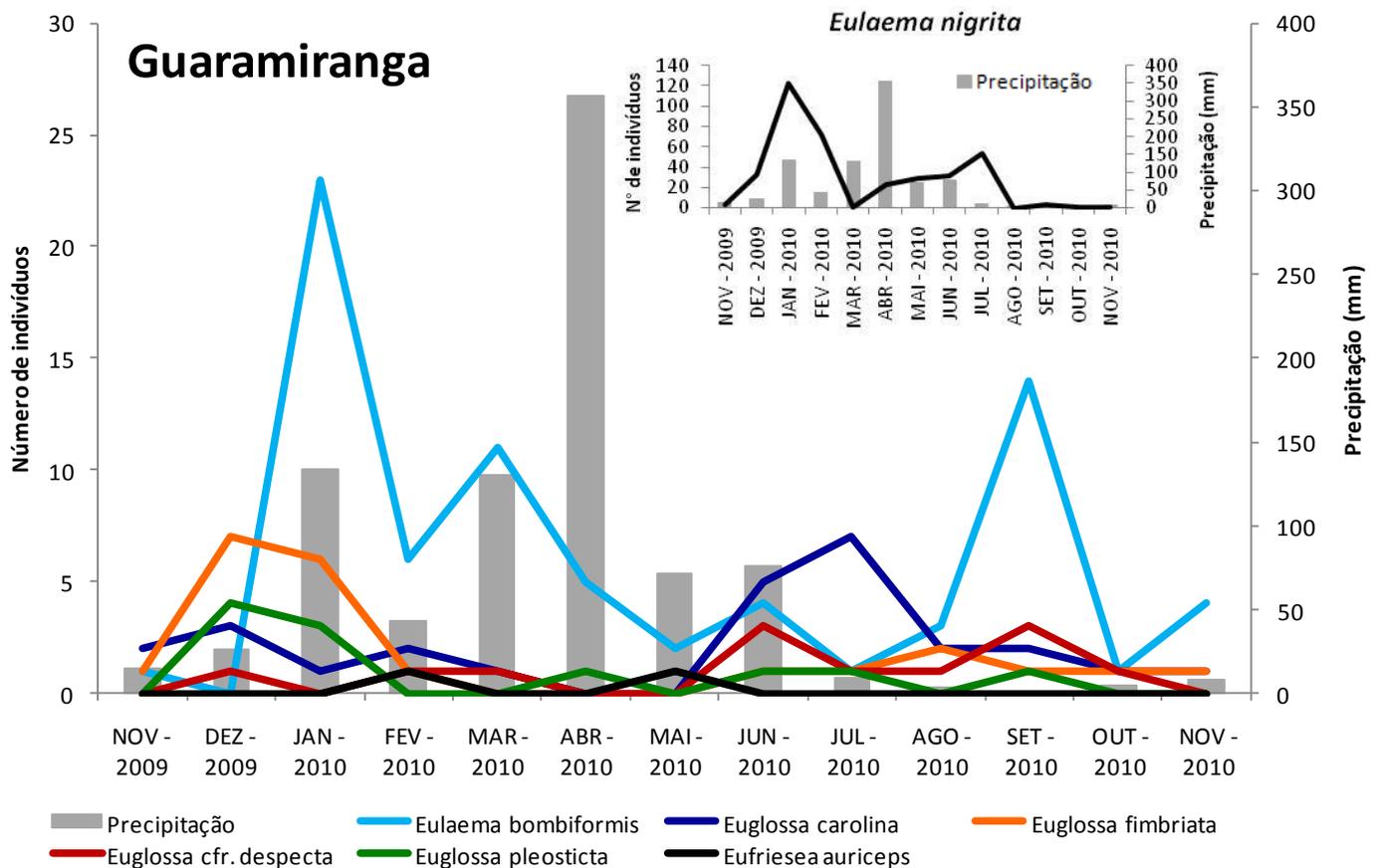
Como nos três municípios do Maciço de Baturité, a espécie *Eulaema nigrita* apresentou uma abundância bem superior as demais, foram feitos gráficos a parte, dentro do gráfico maior, para essa espécie, nesses três locais.

#### 5.3.1 - Guaramiranga

Em Guaramiranga dezembro de 2009 foi o mês de maior atividade da maioria das espécies de Euglossina, final da estação seca. No entanto, o maior número de indivíduos foi capturado no início da estação chuvosa, em janeiro de 2010, haja visto, que as duas espécies mais abundantes *Eulaema nigrita* e *Eulaema bombiformis* apresentaram seus picos de abundância neste mês. A menor atividade de todas as espécies ocorreu na estação seca, no mês de outubro (Figura 11).

Houve diferenças entre as espécies quanto aos padrões de sazonalidade. *Eulaema nigrita* apresentou uma alta abundância durante quase todo o período chuvoso, com exceção do mês de março, que devido à grande quantidade de chuva no dia de coleta, teve somente um indivíduo capturado. O pico de abundância dessa espécie ocorreu durante a estação chuvosa, no mês de janeiro e na estação seca a mesma foi pouco representada. *Eulaema bombiformis* também foi mais abundante no período chuvoso, apresentando um pico de atividade no mês de janeiro e só não ocorreu no mês de dezembro de 2009. Machos de *Euglossa carolina* foram amostrados durante todo o período de estudo, exceto nos meses de abril e maio da estação chuvosa. A maior abundância desses indivíduos foi registrada nos meses de junho e julho de 2010, já no final do período chuvoso. Por sua vez, *Euglossa fimbriata* também foi uma espécie bem presente no sítio de amostragem, não sendo registrada somente nos meses mais chuvosos, de março a maio de 2010 e apresentou picos de abundância nos meses de dezembro de 2009 e janeiro de 2010 (final da estação seca e início da chuvosa). *Euglossa* cfr. *despecta*

foi mais ativa nos meses mais secos do ano e *Euglossa pleosticta* foi mais ativa nos meses de dezembro de 2009 e janeiro de 2010, entre o final da estação seca e início da chuvosa, porém as duas espécies foram pouco representadas. *Eufriesea auriceps* foi capturada apenas no período chuvoso, nos meses de fevereiro e maio (Figura 11).

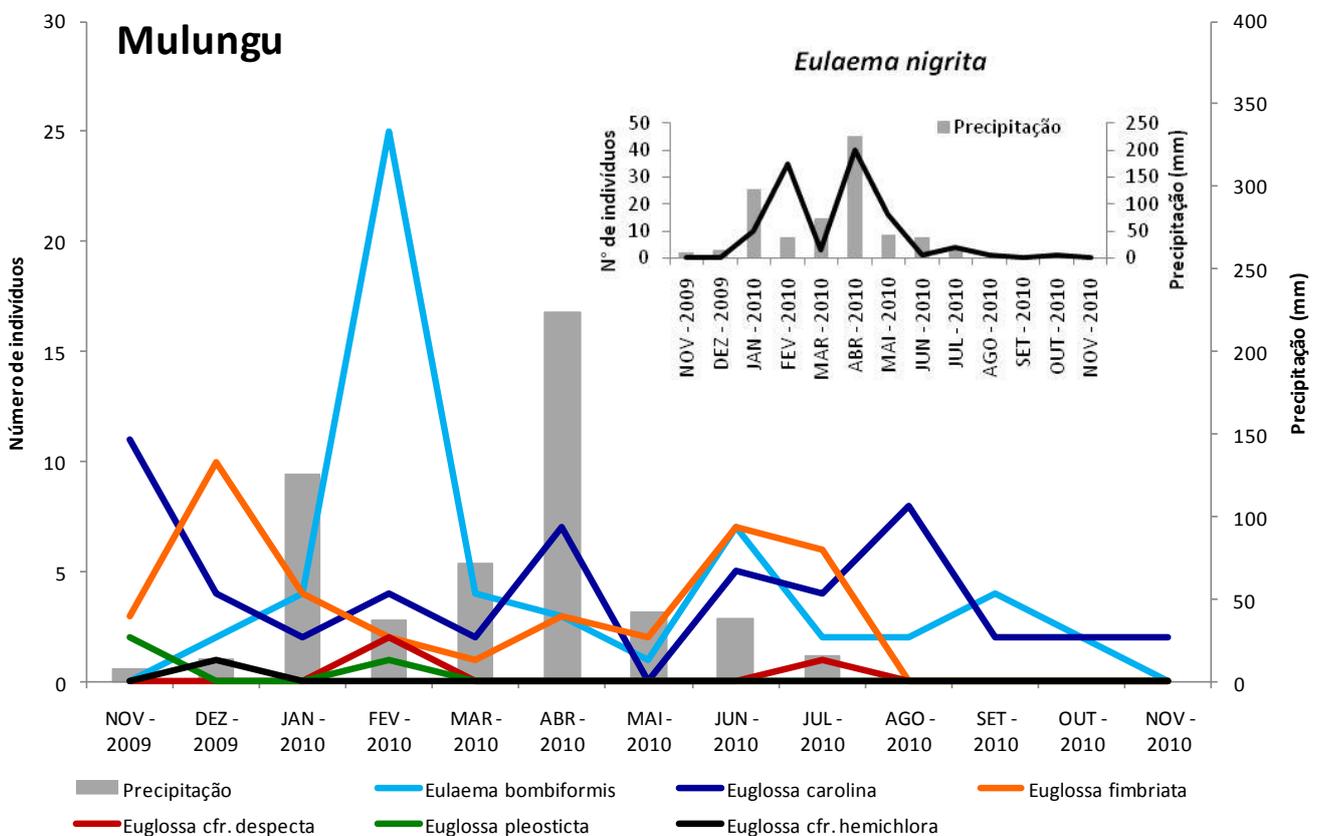


**Figura 11** – Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Guaramiranga-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010.

### 5.3.2 - Mulungu

Em Mulungu, a maior abundância de todas as espécies de Euglossina ocorreu no período chuvoso, no mês de fevereiro, com exceção de *Euglossa fimbriata* que apresentou sua maior atividade no final da estação seca, no mês de dezembro de 2009. Durante o período seco, entre os meses de agosto e dezembro de 2010, ocorreu a menor abundância e riqueza das espécies, sendo novembro o mês de menor atividade dos machos, com apenas dois indivíduos capturados de uma única espécie (Figura 12).

Dentre as espécies mais abundantes registradas nessa área, *Eulaema nigrita* apresentou os maiores picos de abundância no decorrer da estação chuvosa, com exceção dos meses de março e junho, em que poucos indivíduos foram capturados. O maior pico desta espécie ocorreu no mês de abril e no período seco a mesma foi pouco representada, não estando presente nos meses de setembro e novembro de 2010. *Eulaema bombiformis* foi a segunda espécie mais representativa, com o maior pico de abundância no mês de fevereiro. Esta espécie se manteve ativa por todo ano, exceto pelos meses de novembro de 2009 e novembro de 2010, em que nenhum macho foi capturado. *Euglossa carolina* foi mais ativa na estação seca, com pico de abundância em novembro de 2009 e não foi capturada nas iscas armadilhas apenas no mês de maio. No ano de 2010, os machos de *Euglossa fimbriata* se mantiveram ativos apenas na estação chuvosa, não sendo capturado nenhum macho na estação seca. *Euglossa cfr. despecta* e *Euglossa pleosticta* foram pouco representativas em Mulungu, impedindo assim, uma análise de sua sazonalidade. *Euglossa cfr. hemichlora* só foi atraída a isca apenas no mês de fevereiro e com apenas um indivíduo capturado (Figura 12).

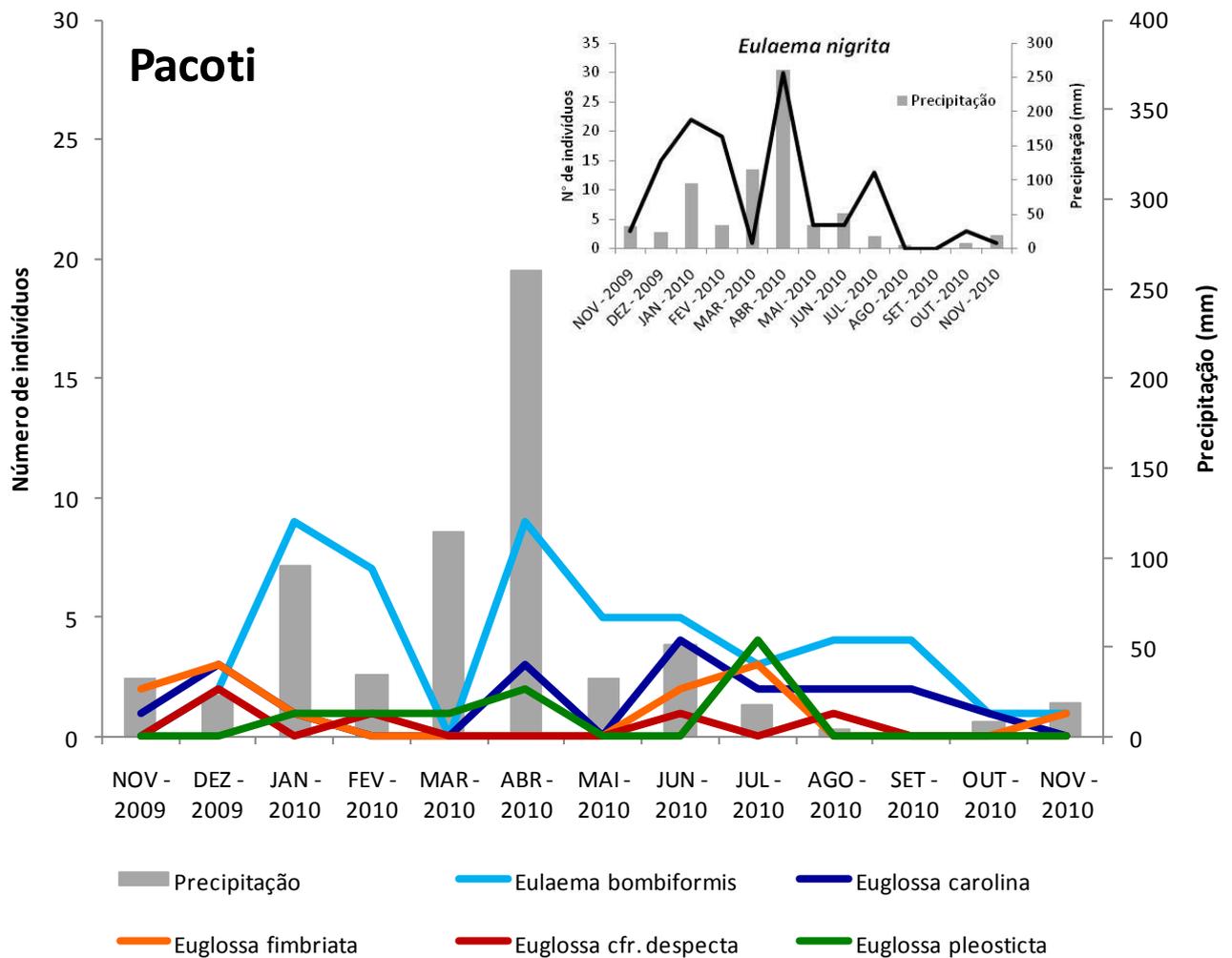


**Figura 12** – Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Mulungu-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010.

### 5.3.3 - Pacoti

Em Pacoti, os meses em que todas as espécies de Euglossina apresentaram maior atividade foram dezembro de 2009 (final da estação seca) e junho de 2010 (final da estação chuvosa). Porém o maior número de indivíduos foi coletado na estação chuvosa, no mês de abril, devido ao grande número de *Eulaema nigrita* e *Eulaema bombiformis* capturadas. Os machos estiveram menos ativos no mês de março da estação chuvosa, onde só foi coletado apenas um indivíduo de *Eulaema nigrita* e um de *Euglossa pleosticta*. Esse baixo número de indivíduos capturados no mês de março (apenas 2) foi devido a grande quantidade de chuva em todo o dia de coleta desse mês, dificultando assim, a captura desses insetos (Figura 13).

O maior pico de abundância para *Eulaema nigrita* ocorreu no mês de abril de 2010 e não foram atraídos indivíduos nos meses de agosto e setembro, da estação seca. *Eulaema bombiformis* foi a segunda espécie mais abundante nessa área, exceto para os meses de novembro de 2009 e março de 2010 em que nenhum indivíduo foi capturado. Os maiores picos de abundância desta espécie ocorreram na estação chuvosa, nos meses de janeiro e abril. Os machos de *Euglossa carolina* foram mais ativos na estação seca, enquanto que os machos de *Euglossa pleosticta* estiveram mais ativos na estação chuvosa, porém ambos foram pouco representados nessa área de estudo. *Euglossa fimbriata* foi pouco representada no sítio de Pacoti, impedindo uma análise de sua sazonalidade. *Euglossa* cfr. *despecta* só ocorreu em dois meses da estação chuvosa (fevereiro e junho de 2010) e em dois meses da estação seca (dezembro de 2009 e agosto de 2010) (Figura 13).



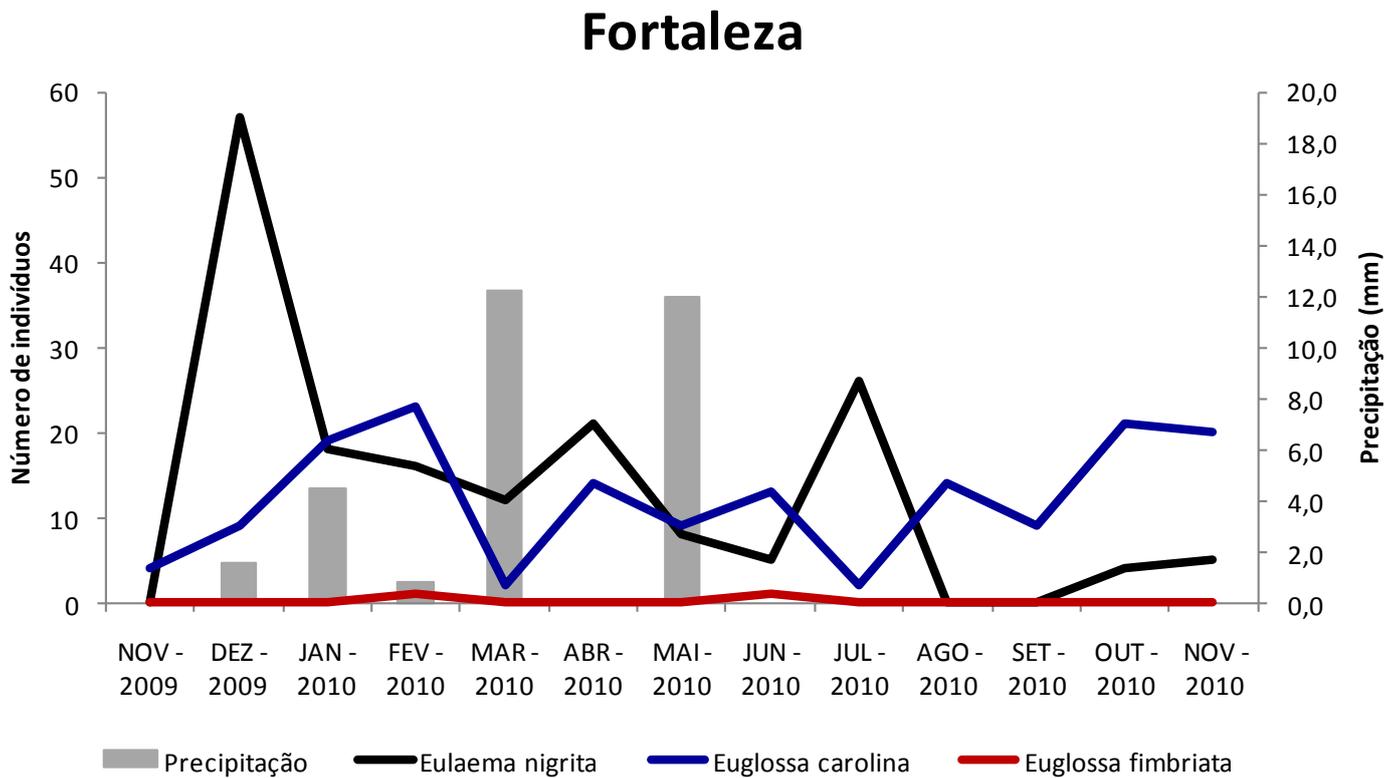
**Figura 13** – Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Pacoti-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010.

### 5.3.4 - Fortaleza

Em Fortaleza só foram capturadas três espécies de Euglossina e estas estiveram ativas durante a maioria dos meses de estudo, com exceção de *Euglossa fimbriata* que só foi capturada em apenas dois meses de coleta (Figura 14).

*Euglossa carolina* se manteve ativa por todo o ano, com os maiores picos de abundância nos meses chuvosos de janeiro e fevereiro e nos meses secos de outubro e novembro de 2010. *Eulaema nigrita* foi a espécie mais frequente, com pico de abundância no mês de dezembro de 2009 e não foram atraídos machos às iscas apenas nos meses de

novembro de 2009 e agosto e setembro de 2010. *Euglossa fimbriata* foi pouco representada em Fortaleza, ocorrendo apenas nos meses de fevereiro de junho de 2010 com apenas um indivíduo coletado em cada mês (Figura 14).



**Figura 14** – Abundância sazonal dos machos de Euglossina amostrados em Fortaleza-CE, de novembro de 2009 a novembro de 2010.

A flutuação sazonal dos indivíduos em Guaramiranga, Mulungu e Pacoti parece ser influenciada, dentre outros fatores, pela precipitação, pois a maior frequência de indivíduos nas iscas, nesses locais, ocorreu na estação chuvosa e a menor na estação seca. Em Fortaleza, observou-se o contrário, com a maior abundância dos indivíduos ocorrendo no período seco. Resultados similares aos observados nos três municípios do Maciço de Baturité foram encontrados por Rebêlo e Garófalo (1991), em florestas semidecíduas, Peruquetti *et al.* (1999) em fragmentos de Mata Atlântica, da Região Sudeste e Oliveira (1999), em florestas de terra firme na Amazônia central, dentre outros. Porém, as análises de sazonalidade, nos trabalhos realizados no Nordeste, têm se mostrado bastante variáveis. Rebêlo e Cabral (1997), Brito e Rêgo (2001), Silva e Rebêlo (2002); Viana *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2009)

observaram maior atividade dos machos na estação chuvosa, concordando com os resultados encontrados nas três áreas do Maciço de Baturité. Contrariamente, Neves e Viana (1997), Bezerra e Martins (2001); Martins e Sousa (2005); Carvalho *et al.* (2006) e Farias *et al.* (2008) demonstraram que as abelhas *Euglossina* foram mais abundantes do meio da estação seca até o início da estação chuvosa. Neves e Viana (1999) observaram que os machos estiveram mais ativos nos meses mais secos do ano concordando com os resultados encontrados em Fortaleza.

Segundo Ackerman (1983c) as flutuações sazonais na abundância decorrem provavelmente dos padrões locais de nidificação e emergência das abelhas e as variações na disponibilidade de recursos podem ser responsáveis pelas mudanças sazonais na comunidade de *Euglossina*. A variação pode ainda estar associada à preferência por determinada isca de acordo com a idade dos indivíduos, machos mais jovens visitariam mais frequentemente substâncias odoríferas uma vez que estão mais ativos sexualmente, enquanto os mais velhos as visitariam menos (ZIMMERMAN; MADRINAN, 1988; ACKERMAN, 1983c). Tonhasca *et al.* (2002) sugere que fatores abióticos podem estar também envolvidos com a visita dos machos às iscas, tais como mudanças na velocidade e direção do vento, nebulosidade e temperatura.

Com relação às espécies que apresentaram maior abundância relativa, os períodos de atividade de *Eulaema nigrata* na região do Maciço coincidem com os encontrados em matas ciliares na Bahia, onde essa espécie esteve mais ativa no período das chuvas (NEVES; VIANA, 1999). Em fragmentos de Mata Atlântica na Paraíba essa espécie foi predominante do meio do período seco até o início da estação chuvosa (BEZERRA; MARTINS, 2001). Em área de restinga no nordeste do Maranhão *Eulaema nigrata* foi mais ativa em meses com pluviosidade intermediária (SILVA *et al.*, 2009) e em mata e duna na Paraíba essa espécie esteve presente em todos os meses e teve pico de abundância tanto na estação chuvosa, como na seca, não mostrando relação clara de abundância com as estações (FARIAS *et al.*, 2008).

Em todas as áreas estudadas *Euglossa carolina* foi mais ativa na estação seca corroborando com os resultados encontrados por Neves e Viana (1999) em matas ciliares da margem esquerda do médio Rio São Francisco na Bahia e Farias *et al.* (2008) em mata e duna na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto na Paraíba.

No presente trabalho *Eufriesea auriceps* foi capturada apenas no período chuvoso, nos meses de fevereiro e maio. Alguns autores também mostraram que espécies de *Eufriesea* apresentam atividade restrita ao período chuvoso (ROUBIK; ACKERMAN, 1987, WITTMAN *et al.*, 1988, REBÊLO; GARÓFALO, 1991; SILVA *et al.*, 2009), o que pode

estar relacionado ao fato das espécies desse gênero serem univoltinas, ou seja, apresentam uma única geração por ano, passando a maior parte do tempo em estado de diapausa. (PERUQUETTI; CAMPOS, 1997, VIANA *et al.*, 2001).

Em relação às demais espécies, não é seguro inferir sobre o padrão sazonal, pois além de ocorrerem em baixa densidade, apresentaram distribuição irregular ao longo do ano. Para Rebêlo e Garófalo (1991) a ocorrência de algumas espécies com pequeno número de machos amostrados num determinado período de tempo pode se dever à fraca associação entre elas e as fragrâncias ou simplesmente reflete a própria estrutura das populações locais.

#### **5.4 - Horários de atividade dos machos de Euglossina**

Os machos de Euglossina foram coletados ao longo de todo o dia, porém, a maior parte das visitas às iscas ocorreu das 8:00h as 14:00h (85,44%). O intervalo de 8:00h as 10:00h, foi o de maior atividade dos machos, concentrando 38,69% do total de indivíduos atraídos às iscas, seguido pelo horário de 10:00h as 12:00h, com 24,27%. A menor frequência de visitas às essências (14,56%) ocorreu no horário de 14:00h as 16:00h. A relação das oito espécies de Euglossina atraídas às essências, distribuídas de acordo com os horários de visitas, encontra-se na Tabela 4.

O horário de atividade dos machos de Euglossina nesse estudo mostrou-se similar aos que têm sido relatado em outros trabalhos. Dodson *et al.* (1969) verificaram maior atividade dos machos de Euglossina pela manhã em florestas tropicais, observando as abelhas entre 7:00 e 13:00 horas. Bezerra e Martins (2001), em levantamento feito em fragmentos de Mata Atlântica em área urbana de João Pessoa, Viana *et al.* (2002), em dunas litorâneas na Bahia e Farias *et al.* (2007) em mata e duna do litoral norte da Paraíba observaram maior atividade desses machos entre 8:00h e 10:00h. Brito e Rêgo (2001), numa floresta secundária no Maranhão, descreveram maior atividade dos machos entre 9:00h e 10:00h. De acordo com Armbruster; Berg (1994), a queda na atividade forrageadora dos machos de *Eulaema* e *Euglossa* durante a tarde pode ser uma resposta desenvolvida a padrões normais de abundância de fontes de fragrâncias no ambiente.

**Tabela 4** - Espécies de abelhas Euglossina (Hymenoptera:Apidae), coletadas nos municípios de Guaramiranga (G), Mulungu (M), Pacoti (P) e Fortaleza (F), estado do Ceará, no período de novembro de 2009 a novembro de 2010, distribuídas de acordo com o horário de visita às essências.

Espécies	Horário																Total
	8:00 - 10:00 h				10:00 - 12:00 h				12:00 - 14:00 h				14:00 - 16:00 h				
	G	M	P	F	G	M	P	F	G	M	P	F	G	M	P	F	
<i>Eufrisea auriceps</i> Friese, 1899	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Euglossa carolina</i> Nemésio, 2009	6	9	1	110	13	24	7	19	5	10	9	17	3	10	2	13	258
<i>Euglossa</i> cfr. <i>despecta</i>	4	1	-	-	3	2	2	-	3	-	1	-	2	-	1	-	19
<i>Euglossa</i> cfr. <i>hemichlora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebêlo & Moure, 1996	2	2	-	-	9	14	5	-	9	19	6	2	2	3	-	-	73
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	6	3	2	-	4	-	1	-	-	-	5	-	1	-	1	-	23
<i>Eulaema bombiformis</i> Packard, 1869	30	25	12	-	18	18	11	-	18	7	16	-	9	6	8	-	178
<i>Eulaema nigrata</i> Lepelletier, 1841	131	38	18	118	107	20	37	10	70	47	41	15	64	22	19	29	786
Total de indivíduos	179	78	33	228	155	78	63	29	106	83	78	34	81	41	31	42	1340
		38,69%				24,27%				22,48%				14,56%			
Total de espécies	6	6	4	2	7	5	6	2	6	5	6	3	6	4	5	2	

Os mesmos autores afirmam que a temperatura do ar também parece ser um controlador do horário de atividade dos Euglossini; por isso, essas abelhas tendem a evitar o forrageamento no período da tarde, quando a temperatura está mais alta, para evitar o superaquecimento do corpo.

Nas quatro áreas estudadas, três espécies de Euglossina foram mais abundantes em número de indivíduos atraídos as iscas: *Eulaema nigrita*, *Euglossa carolina*, e *Euglossa fimbriata*. *Eulaema nigrita* foi ativa durante todo o dia nas quatro áreas de estudo. *Euglossa carolina* apresentou uma maior atividade no período das 10:00h as 12:00h nas três áreas do Maciço de Baturité, enquanto, que em Fortaleza sua maior atividade ocorreu no horário de 8:00 as 10:00h e *Euglossa fimbriata* foi mais ativa das 12:00h as 14:00h. Entre as espécies mais abundantes, apenas *Euglossa fimbriata* não visitou as iscas em todos os horários amostrados. Santos; Sofia (2002) estudando o horário de atividade dos machos de Euglossina no Paraná verificaram que *Eulaema nigrita* também foi ativa durante todo o dia e *Euglossa fimbriata* apresentou maior atividade das 10:00h as 14:00h.

Com relação as espécies que só ocorreram nas três áreas serrana do Maciço de Baturité, *Eulaema bombiformis* foi mais abundante, seguida por *Euglossa pleosticta* e *Euglossa* cfr. *despecta*. *Eulaema bombiformis* e *Euglossa pleosticta* apresentaram uma maior atividade no período das 8:00h as 10:00h nas três áreas de estudo e *Euglossa* cfr. *despecta* das 8:00h as 10:00 em Guaramiranga e das 10:00h as 12:00h em Mulungu e Pacoti. (Tabela 3). No Paraná *Euglossa pleosticta* apresentou maior atividade das 9:00h as 12:00h (SANTOS; SOFIA, 2002).

#### **5.4.1 – Horários de atividade dos machos de Euglossina associado à temperatura média e umidade média local, nas quatro áreas estudadas.**

Observou-se que os machos visitaram as armadilhas ao longo de todo o dia, porém, houve picos diferentes no horário de atividades desses indivíduos nos três município da área serrana (Figura 15).

Em Guaramiranga o período de maior atividade dos machos foi o da manhã, no intervalo compreendido entre 8:00h e 12:00h, que juntos somaram 60,10% do machos coletados. Nesse mesmo intervalo os valores médios de temperatura e umidade variaram respectivamente de 22,07 °C e 78% (horário de 8:00h as 10:00 h) a 24,04°C e 71% (10:00h as

12:00h). Houve um pico do número de indivíduos no horário entre 8:00h e 10:00h, no mesmo período em que a temperatura média apresentou o menor valor (22,07 °C) e a umidade média, o maior valor (78%).

Em Mulungu, o horário que apresentou o maior número de machos foi o das 12:00h as 14:00h (29,64%) e o intervalo de maior atividade dos machos foi o compreendido entre 8:00h e 14:00h (85,36%). No intervalo entre 8:00h e 14:00h as médias de temperatura e umidade variaram respectivamente entre 23,97°C e 68% (8:00h as 10:00 h) e 25,83°C e 65% (12:00h as 14:00h). No horário que apresentou o maior número de indivíduos observou-se que a temperatura média apresentou o maior valor (26,72°C), enquanto que a umidade média obteve o menor valor (62%).

Em Pacoti o período de maior atividade dos machos foi o compreendido entre 10 e 14 horas (68,78%), com as médias de temperatura e umidade variando respectivamente entre 24,48°C e 72% (10:00h as 12:00h) e 25,79°C e 67% (12:00h as 14:00h), sendo o horário de maior atividade dos machos o de 12:00 as 14:00h (38,05%) no horário em que a temperatura apresentou o maior valor 25,79°C e a umidade o menor valor (67%).

Nos três locais de coleta, a menor atividade dos machos ocorreu no horário compreendido entre 14:00h e 16:00h, a qual não mostrou relação aparente com a temperatura ou com a umidade relativa do ar. (Figura 15).

A aplicação do teste de Spearman mostrou que não houve correlação da atividade das abelhas com a temperatura e com a umidade relativa.

Embora existam poucos registros precisos sobre as atividades diárias das abelhas *Euglossina* associados a temperatura e umidade, Braga (1976) explica que a diferença de temperatura influencia na atividade dessas abelhas.

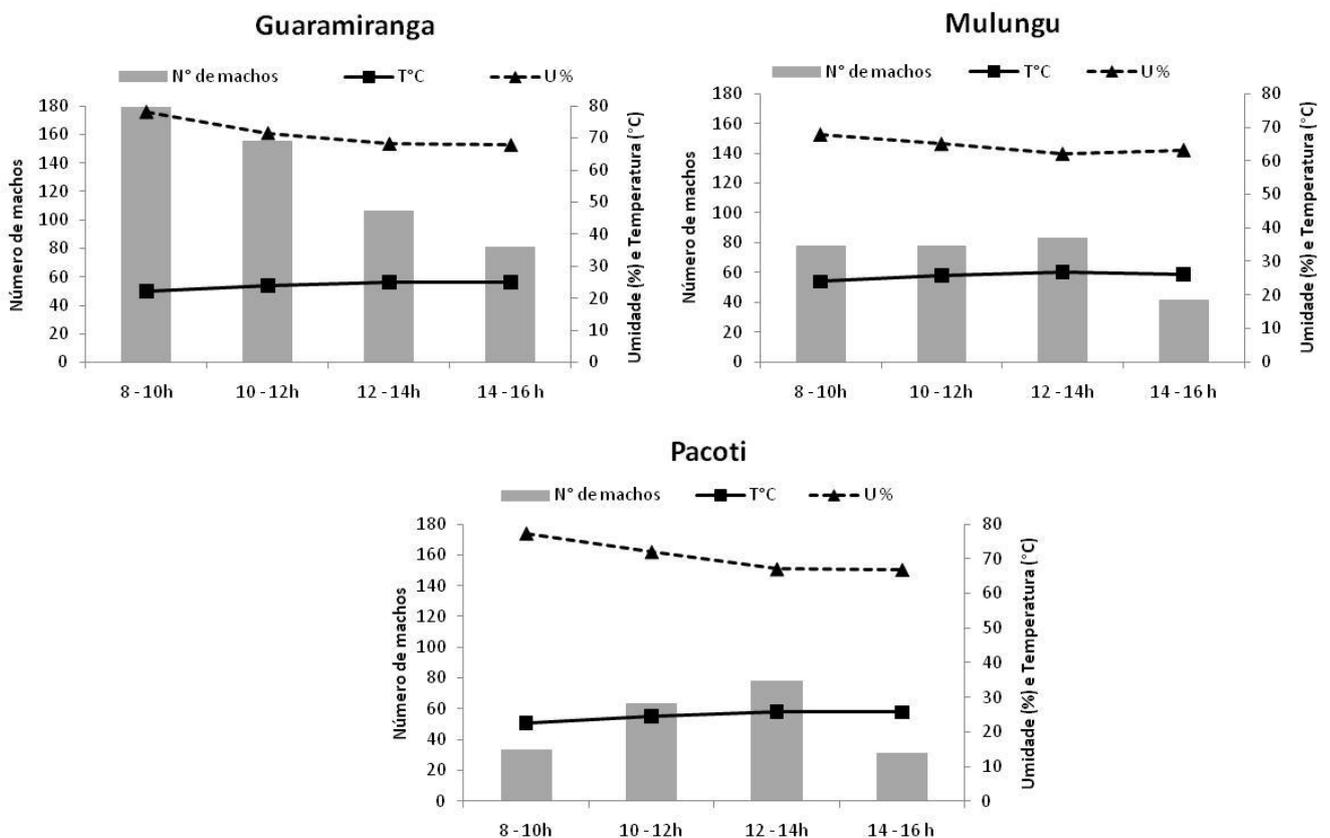
Oliveira (1999), em levantamento feito em florestas de terra firme na Amazônia Central, descreve que o horário de atividade da maioria das espécies e indivíduos ficou compreendido entre 9:00h e 16:00h, com temperatura variando entre 24,5°C a 27°C, quando a temperatura esteve acima ou abaixo desses valores, a atividade foi mínima ou inexistente. A maior atividade dos machos amostrados nos três municípios da área serrana do Maciço de Baturité, nesse estudo, esteve situada em uma faixa próxima a descrita por esse autor, entretanto, em Guaramiranga as abelhas visitaram as essências a partir de temperaturas médias inferiores (22,07°C) as observadas pelo mesmo.

Santos; Sofia (2002) estudaram o horário de atividade dos machos de *Euglossina* no Paraná e verificaram que na estação quente e chuvosa o pico de abundância dos indivíduos ocorreu no intervalo das 10:00h as 11:00h (com temperaturas médias variando entre 22,2°C e

26,5°C e umidade relativa de 75,6% a 71,8%), enquanto que na estação seca e fria os machos foram mais ativos entre 11:00h e 14:00h (com temperaturas médias variando entre 21,2°C e 23,3°C e umidade relativa de 71,8% a 64,6%). As observações desses autores para a estação quente e chuvosa corroboram com os resultados encontrados nesse trabalho.

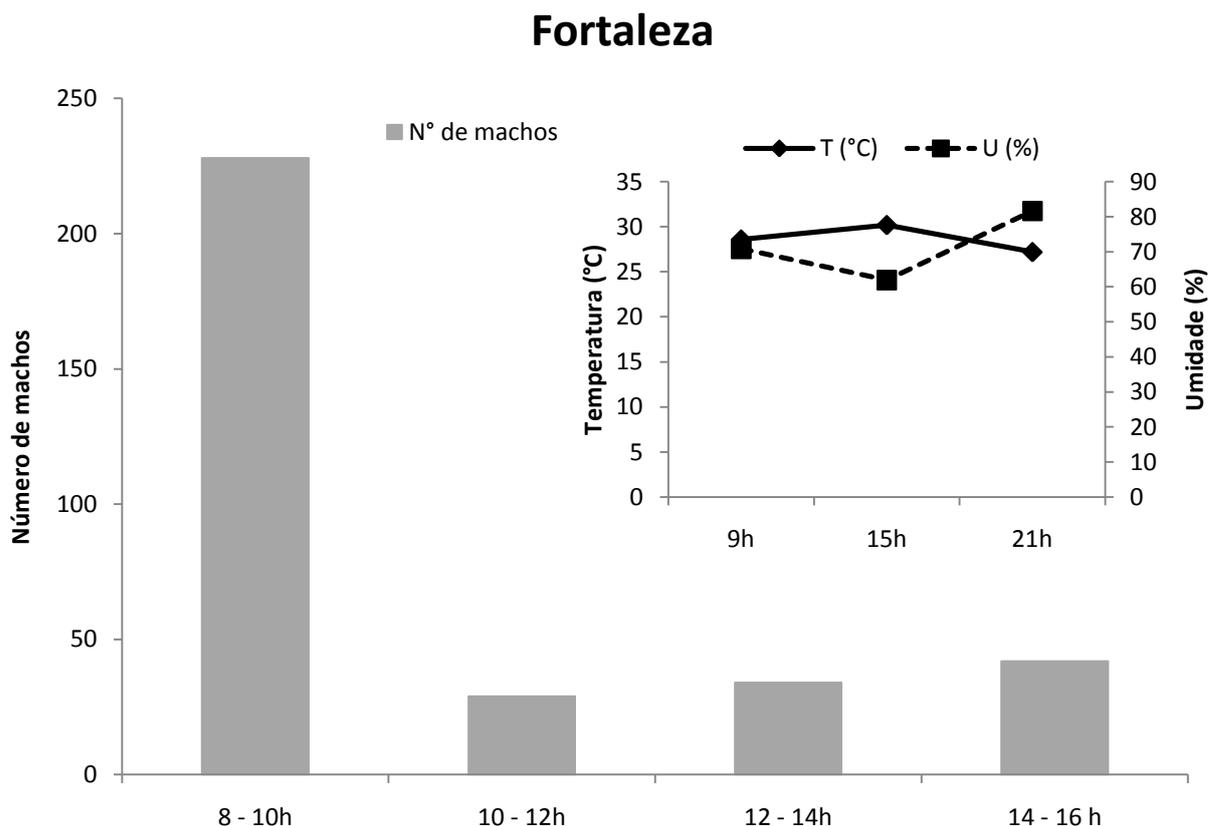
Os mesmos autores também observaram em seus estudos no Paraná que mesmo em temperaturas e umidades relativas muito similares às observadas para os horários de maior frequência de visitas dos machos, após às 14h, invariavelmente, houve uma diminuição acentuada no número de visitas às iscas, o que pode estar refletindo a existência de um ritmo intrínseco dos machos, o qual determina suas atividades diárias na exploração de fragrâncias no ambiente.

De modo geral, os trabalhos realizados em florestas atlântica e pluvial têm demonstrado que os machos de *Euglossina* são mais ativos entre 7:00h e 12:00h. Isso ocorre mesmo em áreas como as matas e restingas do Nordeste do Brasil, onde a variação térmica ao longo do ano não se equipara àquelas observadas em áreas de clima subtropical (Farias *et al.*, 2007).



**Figura 15** – Frequência de visitas das espécies de machos de *Euglossina* às iscas odores e variação de temperatura e umidade média local, nos diferentes horários do dia, nos municípios de Guaramiranga, Pacoti e Mulungu, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010.

Em Fortaleza os machos também visitaram as armadilhas ao longo de todo o dia, (Figura 16). O pico de atividade desses indivíduos ocorreu no intervalo de 8:00h as 10:00h, (68,47%), horário em que a temperatura média e umidade apresentaram os menores valores durante o dia (28,6°C e 71%, respectivamente). Como os resultados de temperatura foram coletados apenas na estação meteorológica da UFC, o gráfico de temperatura e umidade para a área de Fortaleza foi feito com o intervalo de 9:00h, 15:00h e 21:00h. Estes resultados corroboram com os de Farias *et al.* (2007), que trabalhando com horário de atividade de machos de *Euglossina* em mata e dunas no litoral norte do estado da Paraíba descreveram que os horários de maior atividade dos machos ocorreu entre 8:00h e 10:00h (horário que as temperaturas média variaram, na mata, entre 27°C e 31,1°C na estação seca e entre 24,8°C e 30,3°C na estação chuvosa e, na restinga, entre 30°C e 32,4°C na estação seca e entre 25°C e 31,4°C na estação chuvosa).



**Figura 16** – Frequência de visitas das espécies de machos de *Euglossina* às iscas odores e variação de temperatura e umidade média local, nos diferentes horários do dia, no município de Fortaleza, no estado do Ceará, durante o período de novembro de 2009 a novembro de 2010.

## 6 - CONCLUSÕES

A estrutura da comunidade de abelhas Euglossina descrita para as áreas de estudo está de acordo com o padrão encontrado em outras regiões do Nordeste do Brasil, sendo representada por oito espécies, pertencentes a três gêneros.

O padrão diferenciado de estrutura de comunidade da fauna de Euglossina nas três áreas do Maciço de Baturité destaca a importância de cada uma delas na medida em que promovem a conservação e manutenção de espécies distintas.

O eucaliptol foi a essência mais eficiente nesse estudo, apresentando forte atratividade aos machos de Euglossina, considerando-se tanto a abundância quanto riqueza de espécies. Porém outros compostos devem ser utilizados para coletar abelhas que não são atraídas e/ou não tem preferência por este composto.

As abelhas Euglossina na região são sazonais e sua população flutua em função do período chuvoso.

Trabalhos de levantamentos de espécies de Euglossina devem ser realizados preferencialmente no período da manhã, em função da maior atividade dos machos nesse horário.

Mais estudos sobre a comunidade de Euglossina precisam ser realizados em áreas de fragmentos de mata atlântica e mata litorânea no Ceará, a fim de se conhecer sua diversidade e os padrões de distribuição, bem como reforçar a importância da conservação deste bioma.

## REFERÊNCIAS

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

ACKERMAN, J. D. b Euglossini bee pollination of orchid, *Cochleanthes lipscombiae*: A food source mimic. **American Journal of Botany**. 70(6): 830-834. 1983.

ACKERMAN, J.D.c Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in central Panama. *Ecology* 64: 274-283. 1983.

ACKERMAN, J.D. Euglossine bees and their nectar hosts. Pp. 225-233. In: W.G. D`Arcy & M.D.A. Correa (Eds.). **The botany and natural history of Panama**. 1985.

AGUIAR, W.M. **Comunidade de abelhas euglossina (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de mata estacional semidecidual sobre tabuleiro no estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2006

AGUIAR, W.M.; GAGLIANONE, M.C. 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, 2008.

ALVARENGA, P. E. F; FREITAS, R. F.; ALGUSTO, S.C. Diversidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em áreas de cerrado do Triangulo Mineiro, MG. **Biosci J** 23: 30-37. 2007.

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**. 4: 49-153. 1981.

ANJOS-SILVA, E.J. **Fenologia das abelhas Euglossini Latreille (Hymenoptera: Apidae) e a variação sazonal e geográfica na escolha e preferência por iscas-odores no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães e na Província Serrana de Mato Grosso, Brasil**. (Tese de Doutorado). Faculdade de Filosofia, Ciências. 2006.

ARMBRUSTER, W. S.; WEBSTER, G. L. Pollination of two species of *Dalechampia* in Mexico by euglossine bees. **Biotropica**. 11: 278-283. 1979.

ARMBRUSTER, W. S. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. **American Journal of Botany**. 71: 1149-1160. 1984.

AMBRUSTER, W.S.; BERG, E.E. Thermal ecology of male euglossine bees in a tropical wet forest: Fragrance foraging in relation to operative temperature. **Biotropica** 26: 50-60. 1994.

BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** 28: 85-92. 1974.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **Amer J Bot** 72: 331-345. 1985.

BECKER, P.; MOURE, J.S.; PERALTA, F. More about euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**, 23(4b): 586-591. 1991.

BERGER, W.H.; PARCKER, F.L. Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. **Science**, 168: 1345-1347. 1970.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 752p. 2007.

BENNETT, F.D. Observations on Exaerete spp. and their hosts *Eulaema terminata* and *Euplusia surinamensis* (Hymen., Apidae, Euglossinae) in Trinidad. J.N.Y. **Entomol. Soc.** 80:118-124. 1972.

BEZERRA, C.P.; MARTINS, C.F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, **Brasil.Rev. Bras. Zool.** 18: 823-835. 2001.

BEZERRA, E.L.S.; MACHADO, I.C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** 17: 247 - 257. 2003.

BORRELL, B.J. Long tongues and loose niches: evolution of euglossine bees and their nectar flowers. **Biotropica**. 37:664-669. 2005.

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. **Ci. Cult.** 28: 767-773.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE). IBAMA, Universidade Estadual do Ceará. – Fortaleza: Banco do Nordeste, 177p. 2002.

BRITO, C.M.S.; RÊGO, M.M.C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary Forest, Alcântara, MA, Brazil. **Braz. J. Biol.** 61: 631-638. 2001.

BÚRQUEZ, A. Distributional limits of euglossinae and meliponine bees (Hymenoptera, Apidae) in Northwestern Mexico. **Pan-Pacific Entomol.** 73: 137- 140. 1997.

CAMERON, S.A. Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). **Ann. Rev. Entomol.** 49: 377- 404. 2004.

CARVALHO, R.; WEBBER, A. C. Biologia floral de *Unonopsis guatterioides* (A.D.C.) R.E. Fr., uma Annonaceae polinizada por Euglossini. **Revista Brasileira de Botânica.** 23(4): 421-425. 2000.

CARVALHO, C. C.; REGO, M. M. C.; MENDES, F. N. Dinâmica de populações de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em mata ciliar, Urbano Santos, Maranhão, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, vol.96, n.2, pp. 249-256. 2006.

CAVALCANTE, M.C. **Visitantes florais e polinização da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) em cultivo na Amazônia Central.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 77p. 2008.

CEARÁ, **Atlas do Ceará.** Fundação Instituto de Planejamento – INPLANCE/SEPLAN, Fortaleza, 65p. 1997.

CRUZ-LANDIM, C.; A. C. STORT; M. A. COSTA-CRUZ & E. W. KITAGIMA. Órgão tibial dos machos de Euglossini. Estudo ao microscópio óptico e eletrônico. **Revista Brasileira de Biologia.** 25(4): 323-341. 1965.

DARRAULT, R.O.; SCHLINDWEIN, C. Polinização de *Hancornia speciosa* (Apocynaceae). In: **Anais de trabalhos completos do Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura da Mangaba.** EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. CD-ROM. 2003.

DIAS, R.L. **Abelhas Euglossina das serras do norte do estado do Amazonas.** (Dissertação de Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 49 p. 2007.

DODSON, C. H. Ethology of some bees of the tribe Euglossini (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** 39: 607-629. 1966.

DODSON, C.H.; FRYMIRE, G.P. Natural pollination of orchid. **Missouri Botanical Garden Bulletin.** 49(9): 133-152. 1961.

DODSON, C.H.; DRESSLER, R.L.; HILLS, H.G.; ADAMS, R.M.; WILLIAMS, N.H. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science** 164: 1243-1249. 1969.

DRESSLER, R. L. Why do euglossine bees visit orchid flowers? **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, Rio de Janeiro** 5: 171-180. 1967.

DRESSLER, R. L. a Observations on orchids and euglossine bees in Panama and Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical.** 15: 143-183. 1968.

DRESSLER, R.L. b Pollination by Euglossine bees. *Evolution.* 22:202-210. 1968.

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

DUCKE, A. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil. **Revue d'Entomologie**, v. 26, p. 73-96. 1907.

DUCKE, A. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord Est du Brésil-II. Hyménoptères récoltés dans l'État de Ceará em 1908. **Revue d'Entomologie**, v.27, p. 57-87. 1908.

DUCKE, A. Explorações botânicas e entomológicas do Estado do Ceará. **Revista Trimensal do Instituto do Ceará**, v. 24, p. 3-61. 1910.

DUCKE, A. Contribution a la connaissance de la Faune Hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil - II. Hyménoptères Récoltés dans l'Etat de Ceara en 1909 et suppléments aux deux listes antérieures. **Revue d'Entomologie**, v. 28, p. 78-122. 1911.

ELTZ, T.; WHITTEN, W. M.; ROUBIK, D. W.; LINSENMAIR, K. E.. Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemical Ecology**. 25 (1): 157-176. 1999.

ELTZ, T., SAGER, A.; LUNAU, K., Juggling with volatiles: exposure of perfumes by displaying male orchid bees. **Journal of Comparative Physiology A-Neuroethology Sensory Neural and Behavioral Physiology**, 191: 575-581. 2005.

FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H.; MARTINS, C.F. 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** 36 (6): 863-867. 2007.

FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H.; MARTINS, C.F. Composição e sazonalidade de espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em mata e duna na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotrop. entomol.**, vol.37, n.3, pp. 253-258. 2008.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Multigraf, Fortaleza. 339p. 1998.

FIGUEIREDO, M.A.; BARBOZA, M.A. **A vegetação e a flora da serra de Baturité, Ceará**. Coleção Mossoroense, Ser. B 747: 1-13. 1990.

FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Chuvas diárias – Municípios**. Disponível em [www.funceme.br](http://www.funceme.br). Acesso em 22/11/2010.

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

GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. p. 77-84. In B.M. Freitas & J.O.P. Pereira (eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária. 2004.

GOMES, M.A.F., O maciço de Baturité – uma abordagem ecológica, pp 41-59. In: **Anais do 3º Encontro Nacional de Geógrafos**. SUDEC, Fortaleza. 1978.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4, 379–391. 2001

GUIMARÃES, M. O. **Polinização da berinjela (*Solanum melongena* L.), cultivares comprida roxa e branca: requerimentos de polinização, visitantes florais e qualidade fisiológica das sementes.** Ceará. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, 73p. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acesso em: 27 dez. 2010

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Perfil Básico Municipal. Fortaleza, 2010. Disponível em: [http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/index\\_perfil\\_basico.htm](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/index_perfil_basico.htm) Acesso em -02/01/2010.

JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science** 171: 203-204. 1971.

JANZEN, D.H.; DEVRIES, P.J.; HIGGINS, M.L.; KIMSEY, L.S. Seasonal and site variation in Costa Rica euglossine bees ate chemical baits in lowland deciduous and evergreen forest. **Ecology**, 63(1): 66-74. 1982.

KIMSEY, L.S. The behaviour of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the question of leks. **Anim. Behav.** 28: 996-1004. 1980.

KIMSEY, L.S. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). **University of California Publication on Entomology** 95: 1-125. 1982.

KIMSEY, L. S. The behavioural and structural aspects of grooming and related activities in euglossine bees (Hymenoptera ;Apidae). **Journal of Zoology**. 204: 541-550. 1984.

KIMSEY, L.S.; DRESSLER R.L. Synonymic Species List of Euglossini. **Pan-Pacific Entomologist** 62(3):229- 236. 1986.

KIMSEY, L. S. Generic relationships within the Euglossini **Systematic Entomology**. 12:63-72. 1987.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. *Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eichl. (Marantaceae) e seu mecanismo explosivo de polinização. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 757-765. 2004.

LOPES, A.V.; MACHADO, I. C. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution**. 213: 71-90. 1998.

LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Pollination and reproductive biology of *Rauvolfia grandiflora* (Apocynaceae): secondary pollen presentation, herkogamy and self-incompatibility. **Plant Biology** 1: 547-553. 1999.

LUNAU, K. Evolutionary aspects of perfume collection in male euglossine bees (Hymenoptera) and of nest deception in bee-pollinated flowers. **Chemecology**. 3: 65-73. 1992.

MACHADO, I. C.; LOPES, A.V.; SAZIMA, M. Plant sexual systems and a review of the breeding systems studies in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Ann Bot** 97: 277-287. 2006.

MAGURRAN, A.E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell, Oxford. 2003.

MARTINS, C. F.; SOUZA, A.K.P. Estratificação vertical de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Rev Bras Zool** 22: 913-918. 2005.

MATIAS, L.Q.; BRAGA, P.I.S.; FREIRE, A.G. Biologia reprodutiva de *Constantia cipoensis* Porto & Brade (Orchidaceae), endêmica da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** 19:119-125. 1996.

MA Y, M.L.; CASEY, T.M. Thermoregulation and heat exchange in euglossine bees. *Physiol. Zoo*. 56 (4): 541-551. 1983.

MELO, G.A.R. Fragrance Gathering by *Euglossa* Males in Flowers of *Ternstroemia dentate* (Theaceae) (Hymenoptera: Apidae: Euglossinae). **Entomologia Generalis** 19(4): 281-283. 1995.

MELO, G.A.R. Apidae (subtribos Meliponina e Euglossina) da Região dos Lagos do Amapá in **Inventário Biológico das Áreas do Sucuriju e Região dos Lagos, no Amapá**: PROBIO / Coordenado por Salustiano Vilar da Costa Neto. - Macapá: IEPA, 218p. 2006.

MICHENER, C.D. Classification of the Apidae (Hymenoptera). **University of Kansas Science Bulletin** 54 (4):75-164. 1990.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 913p. 2000.

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

MORATO, E. F; CAMPOS, L.A.O; MOURE, J.S. Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) coletadas na Amazônia central. **Revista Brasileira de Entomologia** 36(4): 767-771. 1992.

MORI, S.A.; PRANCE, G. T. Relações entre a classificação genérica de Lecythidaceae do Novo Mundo e seus polinizadores e dispersores. **Revista Brasileira de Botânica**. 4: 31-37. 1981.

MOURA, D. C.; SCHLINDWEIN, C. Mata ciliar do Rio São Francisco como biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de florestas tropicais úmidas. **Neotrop. entomol.**, vol.38, n.2, pp. 281-284. 2009.

MOURA, T. S. A.; MAUÉS, M. M. Diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae, Apini) no município de Marabá, Estado do Pará. In: XXVIII **Congresso Brasileiro de Zoologia**, 2010, Belém. Resumos..., v. I. p. 986-986. 2010.

MOURE, J. S. A check-list of the known euglossine bees (Hymenoptera, Apidae). **Atas Simpos. Biota Amazônia**. 5: 395-415. 1967.

MOURE, J. S. As espécies do gênero *Eulaema* Lepelletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae). **Acta Biol. Par.** 29: 1-70. 2000.

MYERS, J.G. Ethological observations on the citrus bee *Trigona silvestriana* Vachal and other neotropical bees. (Hym., Apoidea). **Transaction of the Royal Entomological Society of London** 83: 131-142. 1935.

NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of Ilha de Maracá, Roraima, northern Brazil. **Lundiana** 6: 117-119. 2005.

NEMESIO, A. *Euglossa anodorhynchi* sp. n. (Hymenoptera: Apidae), a new orchid bee from Southern Brazil. **Neotrop. Entomol.** vol.35, n.2, pp. 206-209. 2006.

NEMÉSIO, A.; MORATO, E.F. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. **Lundiana**, 7:59-64. 2006.

NEMÉSIO, A; SILVEIRA, F. A. Edge effects on the orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. **Neotrop Entomol** 35: 313-323. 2006.

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

NEVES, E.L.; VIANA, B.F. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) das Matas Ciliares da margem esquerda do Médio Rio São Francisco, Bahia. **An. Soc. Entomol. Bras.** 28: 201-210. 1999.

NEVES, E. L.; VIANA, B. F. A fauna de abelhas da subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae) do Estado da Bahia, Brasil. In: G. A. R. Melo; I. A. Santos (Eds). Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma, UNESC, 2003.

NOGUEIRA, P. C. L.; MARSAIOLI, A. J.; AMARAL, M. C. E.; BITTRICH, V. The fragrant floral oils of *Tovomita* species. **Phytochemistry**. 49(4): 1009-1012. 1998.

OLIVEIRA, M.L.; CAMPOS, L.A.O. 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. 1995.

OLIVEIRA, M.L. Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera; Apidae) em florestas de terra firme na Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** 16: 83-90. 1999.

PEARSON, D.L; DRESSLER, R.L. Two year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baist in lowland south-easten Peru. **Journal of Tropical Ecology**, 1:37-54. 1985.

PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O. Aspectos da biologia de *Euplusia violacea* Blanchard, 1840. **Rev Bras Zool** 4: 91-97. 1997.

PERUQUETTI, R.C. **Padrões eletroforéticos em machos adultos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae): variação gênica e diploidia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O.; COELHO, C. D. P.; ABRANTES, C. V. M.; LISBOA, L. C. O. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de mata atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia** 16(Supl. 2): 101-118. 1999.

PIELOU, E.C. Ecological diversity. John Wiley & Sons. New York. 165p. 1975.

R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2010.

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

REBÊLO, J.M.M. **Diversidade, sazonalidade e preferência por isca odores de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea, Apidae)**. 140f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 1990.

REBÊLO, J.M.M. História natural das euglossíneas. As abelhas das orquídeas. São Luís, Lithograf, 152p. 2001.

REBÊLO, J. M.; GARÓFALO, C. A. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 51(4): 787-799. 1991.

REBÊLO, J. M. M.; GARÓFALO, C. A. Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em matas decíduas do Nordeste do estado de São Paulo. **An. Soc. Entomol. Brasil.**, v. 26, p. 243-255, 1997.

REBÊLO, J.M.M.; CABRAL, A.J.M.. Abelhas Euglossinae de Barreirinhas, zona do litoral da Baixada Oriental Maranhense. **Acta Amazônica** 27: 145-152. 1997.

REBÊLO, J.M.M.; SILVA, F.S. Distribuição das Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** 28(3) 389-401. 1999.

REBÊLO, J.M.M., RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da Região Setentrional do Estado do Maranhão, Brasil, p.265-278. In G.A.R. Melo & I.Alves-dos-Santos (eds.), **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, UNESC, 320p. 2003.

ROSENZWEIG, M. **Species diversity in space and time**. New York, Cambridge University Press, 436p. 1995.

ROUBIK, D. W.; J. D. ACKERMAN. Long-term ecology of euglossini orchid-bee (Apidae, Euglossini) in Panama. **Oecologia** 73: 321- 333. 1987.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**, New York, Cambridge University Press, 514 p. 1989.

ROUBIK, D.W.; HANSON, P.E. **Orchid bees of tropical America: biology and field guide**. Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 370p. 2004.

SANTOS, A.M.; SOFIA, S.H. Horário de atividade de machos de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento de floresta semidecídua no Norte do estado do Paraná. **Acta Scientiarum** 24: 375-381. 2002.

SANTOS, F. M.; CARVALHO, C.; A. L.; SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazonica** 34(2):319-328. 2004.

SAZIMA, M.; VOGEL, S.; COCUCCI, A.; HAUSNER, G. The perfume of flowers of *Cyphomandra* (Solanaceae): pollination by euglossine bees, bellows mechanism, osmophores, and volatiles. **Plant Systematics and Evolution**. 187: 51-88. 1993.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto – SP, Brasil. (131-141), 2000.

SCHLINDWEIN, C. Abelhas solitárias e flores: especialistas são polinizadores efetivos? In: 55° Congresso Nacional de Botânica 26° Encontro Regional de Botânicos de MG, BA e ES. Simpósios, Palestras e Mesas Redondas, CD-ROM. p 1-8, 2004.

SEMACE – Secretaria Estadual do Meio Ambiente - **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité: Diagnósticos e Diretrizes**. Fortaleza, 109p. 1992.

SHANNON, C.E.; WEANER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, University of Illinois Press. 1949.

SILVA, F.S.; REBÊLO, J.M.M.. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera: Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the State of Maranhão, Brazil. **Braz. J. Biol.** 62 (1): 15-23. 2002.

SILVA, O.; RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RAMOS, M.C. Abelhas euglossina (Hymenoptera, Apidae) em área de restinga do Nordeste do Maranhão, Brasil. **Neotrop Entomol.** 38: 186-196. 2009.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte, 253p. 2002.

SINGER, R. B.; SAZIMA, M. The pollination mechanism in the “*Pelexia* alliance” (Orchidaceae: Spiranthinae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 131: 249-262. 1999.

SINGER, R.B.; SAZIMA, M. Flower morphology and pollination mechanisms in three sympatric goodyerinae orchids from Southeastern Brazil. **Annals of Botany** 88 (6): 989-997. 2001.

SINGER, R. B. Orquídeas brasileiras e abelhas. 2004. Disponível em: [http://www.webbee.org.br/singer/texto\\_singer.pdf](http://www.webbee.org.br/singer/texto_singer.pdf) (consulta em VI.2007). Acessado em 12/11/2010.

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

SOARES, A. A.; CAMPOS, L. A. O; VIEIRA, M. F.; MELO, G. A. R. Relações entre *Euglossa* (*Euglossella*) *mandibularis* Friese, 1899 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) e *Cyphomandra calycina* (Solanaceae). **Ciência & Cultura** 41: 903-905. 1989.

SOFIA, S. H.; SUZUKI, K.M. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology** 33: 693-702. 2004.

SOUSA, M.J.N; LIMA, F.A.M.; PAIVA, J.B. Compartimentação topográfica do Estado de Ceará. **Ciência Agrônômica**, 9: 77-86. 1979.

SOUZA, A.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. **Rev. Bras. Zool.** 22: 320-325. 2005.

STERN, D.L. Male territoriality and alternative male behaviors in the euglossini bee, *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. 64(4): 421-437. 1991.

STORCK-TONON, D.; MORATO, E.F.; OLIVEIRA, M.L. Fauna de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Amazônia Sul-Occidental, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, 39:693-706. 2009.

TONHASCA JR, A.; BLACKMER, J.L.; ALBUQUERQUE, G.S. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, 34:416-422 2002.

VIANA, B.F.; NEVES, E.L.; SILVA, S.O. Aspectos da biologia de nidificação de *Euplusia mussitans* (Fabricius) (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). **Rev Brasil Zool** 18: 1081-1087. 2001.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; NEVES, E. L. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. entomol.** vol.46, n.4, pp. 539-545. 2002.

VOGEL, S. Das sexuelle Anlockungsprinzip der Catasetinen und Stanhopeen-Blüten und die wahre Funktion ihres sogenannten Futtergewebes. **Österreichische Botanische Zeitschrift** 110: 308-337. 1963.

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

WESTERKAMP, C.; RIBEIRO, M. F.; LIMA-VERDE, L. W.; DELPRETE, P. G.; ZANELLA, F.; FREITAS, B. M. Adolpho Ducke e as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) da serra de Baturité, Ceará. In: **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: Edições UFC; COELCE, cap. 09, p. 274-292. 2007.

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** 15 (4): 1285-1295. 1989.

WHITE, G. M.; BOSCHER, D. H.; POWELL, W. Increase pollen flow counteracts fragmentation in the tropical dry forest: An example from *Swietenia humilis* Zuccarini. **PNAS** 99: 2038-2042. 2002.

WILLIAMS, N. H.; DRESSLER, R. L. Euglossine pollination of *Spathiphyllum* (Araceae). **Selbyana** 1: 349-356. 1976.

WILLIAMS, N. H. The biology of orchids and euglossine bees, p. 119-171. *In*: J. ARDITTI (ed.). **Orchid biology: reviews and perspectives, II**. Ithaca, Cornell University Press, 610 p. 1982.

WILLIAMS, N.H.; WHITTEN, W.M. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: Methods and advances in the last sesquidecade. **Biol. Bull.** 164: 355- 395. 1983.

WITTMAN, D; HOFFMANN, M; SCHOLZ, E. Southern distributional limits of euglossine bees in Brazil linked to habitats of the Atlantic – and subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). *Entomol Gen* 14: 53-60. 1988

WOLDA, H. Similarity indices, samples size and diversity. **Oecologia**. Berlin, 50: 296-302. 1981.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 3th ed. McElroy, W.D & C.P Swanson (eds.). New Jersey, USA, Prentice-Hall INC, Englewood Cliffs, 662p. 1996.

ZIMMERMAN, J.K.; MADRINAN, S.R. Age structure of male *Euglossa imperialis* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) at nectar and chemical sources in Panama. **Journal of Tropical Ecology**. 4: 303-306. 1988.