



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS
SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ**

MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

**FORTALEZA - CE
SETEMBRO - 2015**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS
NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL
Engenheira Agrônoma

FORTALEZA - CE
SETEMBRO - 2015

MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL
Engenheira Agrônoma

**ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS
SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba; como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA - CE
SETEMBRO - 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- B83f Brasil, Michelle de Oliveira Guimarães.
Aspectos da biologia de nidificação de abelhas solitárias no Maciço de Baturité, Ceará /
Michelle de Oliveira Guimarães Brasil. – 2015.
116 f. : il., color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Produção Animal.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.
1. Abelha - Mata atlântica. 2. Abelha – Baturité (CE). I. Título.

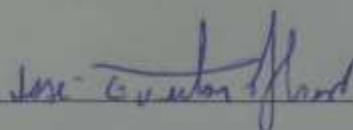
CDD 636.08

MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

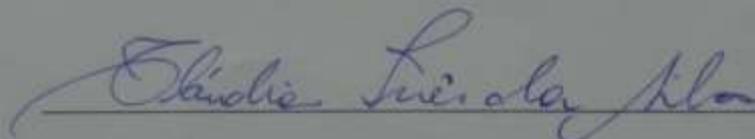
ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS
SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em: 29/09/2015

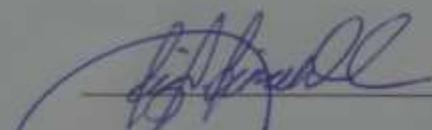
Comissão Examinadora:



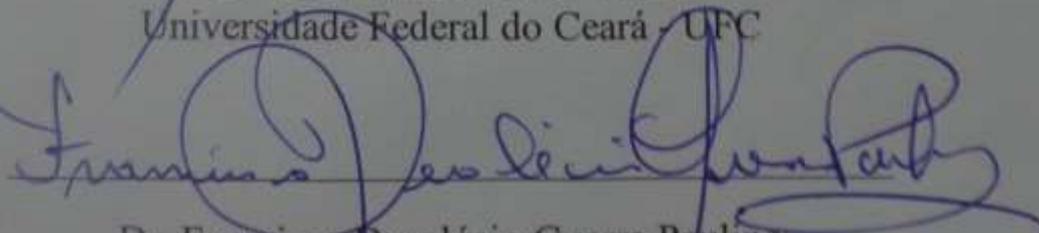
Dr. José Everton Alves
Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA



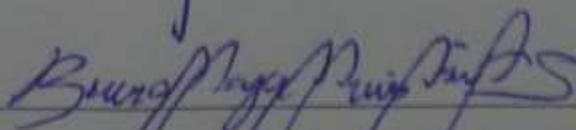
Dra. Cláudia Inês da Silva
Universidade Federal do Ceará - UFC



Dr. Luiz Wilson Lima Verde
Universidade Federal do Ceará - UFC



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



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

*"Neste mundo vocês terão aflições; contudo,
tenham ânimo. Eu venci o mundo!" (João 16:33)*

Jesus Cristo

*Dedico esta tese aos grandes amores da minha vida: meus pais **José Guimarães** e **Ineuda Guimarães**, meu marido **Daniel Brasil** e a nossa filha **Ísis Guimarães Brasil**. Meus maiores incentivadores e melhores presentes que recebi de Deus!*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos concedidas na minha vida, por guiar meu caminho pelas melhores trilhas e por me dá forças, saúde e equilíbrio para superar todos os momentos difíceis ao longo dessa jornada.

Aos meus, pais José Guimarães Rocha e Maria Ineuda de Oliveira Guimarães, por terem investido e acreditado sempre na minha educação, me incentivado a trilhar os caminhos do conhecimento, que são capazes de transformar as pessoas sempre para melhor. Além de todo apoio, orações e por compartilharem de muitas das minhas angústias e conquistas ao longo dessa trajetória.

Ao meu marido e amigo Daniel de Freitas Brasil, meu sincero agradecimento por todo apoio, incentivo, disponibilidade, compreensão, paciência e amor. Agradeço ainda pela ajuda nas coletas de campo, por ter sido um pai muito presente quando eu precisava escrever e pelo companheirismo com o qual tenho podido contar sempre. Te amo!

À minha filha Ísis Guimarães Brasil, meu amor maior, que nasceu no meio dessa trajetória e que ainda dentro da minha barriga foi minha companheira nas coletas de campo e no desenvolvimento do trabalho. Foi o seu lindo sorriso que muitas vezes me deu incentivo e força para continuar.

À toda minha família, em especial, a minha vizinha guerreira Lourdes Guimarães e a minha segunda mãe Toniza Guimarães por toda torcida e aos meus queridos e inesquecíveis avós Manoel, Antônio e Raimunda (*In memorium*) por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal do Ceará – UFC e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) pela oportunidade de realização deste doutorado.

Ao professor e orientador PhD. Breno Magalhães Freitas pela oportunidade, apoio, confiança, compreensão e por todos os ensinamentos desde o período de graduação, os quais foram de grande valia para minha formação acadêmica e profissional.

Ao amigo Dr. Alípio Pacheco, pela amizade, atenção e valiosa ajuda nas análises dos dados, bem como pelas sugestões e contribuições dadas a este trabalho.

Aos proprietários e/ou responsáveis pelo: Camping Alto da Serra em Guaramiranga – CE (Seu Tomáz e Seu Marcos), Pousada Café Brasil em Guaramiranga –CE, (Dona

Maria), Remanso Hotel da Serra em Guaramiranga –CE (Seu Cláudio) e Chalé Nosso Sítio em Pacoti – CE (Seu Alexandre) pela colaboração em ceder as áreas de estudo para a realização das coletas, como também pela confiança depositada, excelente recepção e apoio a pesquisa.

Ao amigo, Engenheiro Agrônomo, Dr. Luiz Wilson Lima-Verde, pela amizade, atenção, excelente hospitalidade e pelas contribuições e sugestões na realização e construção deste trabalho.

A professora Dra. Cláudia Inês da Silva pelas sugestões, contribuições e apoio na construção deste trabalho.

Aos professores Dr. José Everton Alves e Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pela amizade, incentivo, sugestões e contribuições.

Ao Técnico de laboratório José Carlos Serrano, da Universidade de São Paulo, pela valiosa colaboração na identificação de todos os espécimes coletados.

A todos os “abelhudos” do Grupo de Pesquisa em Abelhas da UFC, pelo companheirismo, amizade e bons momentos, em especial aos amigos Marcelo Casimiro e David Nogueira pelo apoio, contribuições e sugestões na realização deste trabalho.

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

Às queridas amigas Denise Antero, Virginia Pires, Alessandra Bezerra e Patrícia Barreto pelas longas conversas e palavras de conforto e incentivo durante essa caminhada.

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

A família Freitas Brasil, em especial aos queridos: Josias, Mundinha, Núbia e Izabel pela torcida, incentivo e bons 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!**

SUMÁRIO

	Página
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	19
CAPÍTULO I.....	20
1.1. ABELHAS SOLITÁRIAS E O BIOMA MATA ATLÂNTICA.....	21
1.2. O BIOMA MATA ATLÂNTICA.....	25
1.3. INTERAÇÃO ABELHAS SOLITÁRIAS E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	27
1.4. HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E NINHOS – ARMADILHA	28
1.5. PERSPECTIVAS PARA O USO DE ABELHAS SOLITÁRIAS QUE NIDIFICAM EM NINHOS-ARMADILHA EM PROGRAMAS RACIONAIS DE POLINIZAÇÃO AGRÍCOLA	30
1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
CAPÍTULO II	47
Estrutura de comunidade e preferência das abelhas por substratos utilizados para nidificação em cavidades preexistentes em fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité, Ceará, Brasil.....	48
RESUMO	48
Community structure and preference of bees for substrates used for nesting in preexisting cavities in rainforest fragments of <u>maciço</u> de Baturité, Ceará, Brazil.	49
ABSTRACT -	49
2.1. INTRODUÇÃO	50
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	52
2.2.1. ÁREAS DE ESTUDO.....	52
2.2.1.1. <i>Localização</i>	52
2.2.1.2. <i>Caracterização das áreas de estudo</i>	53
2.2.2. AMOSTRAGEM DAS ABELHAS COM NINHOS-ARMADILHA.....	54
2.2.3. - COLETA DE DADOS.....	56
2.2.4. ANÁLISE DOS DADOS	58
2.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
2.3.1. COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE, EQUABILIDADE E DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES ENTRE AS ÁREAS DE ESTUDO	61

2.3.2 . SIMILARIDADE ENTRE ÁREAS	63
2.3.3. PREFERÊNCIA POR SUBSTRATOS E DIÂMETROS.....	64
2.4. CONCLUSÕES	68
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO III.....	74
Aspectos da biologia de nidificação de abelhas solitárias em ninhos-armadilhas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.....	75
RESUMO	75
Nesting biology aspects of solitary bees in trap-nests in the maciço de Baturité, Ceará, Brazil.....	76
ABSTRACT.....	76
3.1. INTRODUÇÃO	77
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	79
3.2.1. ÁREAS DE ESTUDO.....	79
3.2.2. AMOSTRAGEM DAS ABELHAS COM NINHOS-ARMADILHAS.....	79
3.2.3. ANÁLISE DOS DADOS	82
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.3.1. OCUPAÇÃO DOS NINHOS-ARMADILHA NAS ÁREAS DE ESTUDO.....	84
3.3.2. EMERGÊNCIA DAS ABELHAS	89
3.3.3. ESTRUTURA DOS NINHOS E RAZÃO SEXUAL	93
3.3.4. PARASITISMO E MORTALIDADE DAS ABELHAS.....	100
3.4. CONCLUSÕES	104
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

Página

Tabela 1. Composição, número e abundância de espécies (fundadoras e cleptoparasitas) amostradas nas quatro áreas de estudo; Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Índice de Equabilidade de Pielou (J') e Dominância de Berger-Parker (d) das áreas de estudo no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013 no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 61

Tabela 2. Espécies de abelhas e ocupação de diferentes tipos de ninhos-armadilha (GB = Gomos de bambu; TC = Tubos de cartolina; CR = Caixa racional de madeira) nas quatro áreas estudadas, no período de setembro de 2012 a novembro de 2013, maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 65

Tabela 3. Espécies de abelhas e variação dos diâmetros dos gomos de bambu utilizados nas quatro áreas estudadas, no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 66

CAPITULO III

Tabela 4. Espécies de abelhas e besouro (Coleoptera), número de ninhos e frequência de indivíduos observados nas quatro áreas de estudo, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 84

Tabela 5. Número de indivíduos emergidos (IE) em ninhos artificiais e tempo de emergência (dias) (TE), observados no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, nas áreas A1, A2, A3 e A4 no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 91

Tabela 6. Número de ninhos fundados, tamanho do ninho e número indivíduos machos e fêmeas das espécies emergentes em ninhos artificiais nas áreas A1, A2, A3 e A4, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil..... 99

Tabela 7. Espécies parasitas e suas respectivas espécies hospedeiras em ninhos-armadilhas fundados nas quatro áreas estudadas, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil..... 101

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Página

- Figura 1. Localização dos municípios estudados quanto à biologia de nidificação de abelhas solitárias no estado do Ceará. Na cor verde a região do maciço de Baturité, destacando os dois municípios (Guaramiranga e Pacoti).....52
- Figura 2. Imagem de satélite, com a localização das quatro áreas de estudo, situadas nos municípios de Guaramiranga e Pacoti, Ceará, Brasil..... 53
- Figura 3. Vista de uma estação de coleta confeccionada com caibros de madeira e coberta por lona plástica com duas prateleiras onde foram dispostos os ninhos-armadilha. Maciço de Baturité, Ceará, Brasil.55
- Figura 4. a) Vista da parte frontal de uma estação de coleta, mostrando os gomos de bambus secos dispostos em tijolos e tipos diferentes de caixas racionais utilizadas como ninho-armadilha. b) Vista da parte posterior de uma estação de coleta mostrando os tubos confeccionados com cartolina preta em blocos de madeira e caixas racionais de madeira de diferentes dimensões. Maciço de Baturité, Ceará, Brasil..... 56
- Figura 5. Gomos de bambus com as extremidades abertas (entradas dos ninhos) acopladas em garrafas plásticas transparentes do tipo PET e fechadas com fita adesiva.57
- Figura 6. Dados climáticos do maciço de Baturité obtidos no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 e registro histórico dos valores de temperatura e pluviosidade mensal dos últimos 30 anos registrados (1983 – 2013) para a estação Guaramiranga, situada no município de Guaramiranga, Ceará, Brasil (INMET,2015). 58

Figura 7. Similaridade (índice de Morisita-Horn) entre as áreas estudadas no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 63

Figura 8. a) Fêmea de *Euglossa pleosticta* entrando no seu ninho fundado em caixa racional de madeira, dimensões 12 cm de altura x 12 cm de largura x 10 cm; b) cortina de resina feita no orifício da caixa racional de 2,0 cm; c) ninho de *Euglossa pleosticta* em caixa racional de madeira para abelha solitária..... 66

CAPÍTULO III

Figura 9. Dados climáticos do maciço de Baturité obtidos no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 e registro histórico dos valores de pluviosidade mensal e temperatura dos últimos 30 anos registrados (1983 – 2013) para a estação Guaramiranga, situada no município de Guaramiranga, Ceará, Brasil (INMET,2015). 82

Figura 10. Ninhos-armadilhas molhados após abundância de precipitação em uma das áreas estudadas no ano de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 86

Figura 11. Inimigos naturais ocupando os ninhos-armadilhas disponibilizados para as abelhas. a) Formigas; b) Pequenos roedores; c) Diversidade de insetos; d) Aracnídeos e anfíbios e) Fungo; f) Cupins 86

Figura 12. Número de ninhos-armadilha ocupados nas cinco áreas de estudo, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 88

Figura 13. Indivíduos emergidos dos ninhos, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, provenientes das áreas de estudo, localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil..... 90

Figura 14. Tempo de emergência dos indivíduos emergidos dos ninhos ocupados, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, nas áreas de estudo localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil..... 92

- Figura 15. Comprimento médio dos ninhos-armadilha ocupados por abelhas e parasitas durante o período entre setembro de 2012 a novembro de 2013 nas quatro áreas de estudo localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 94
- Figura 16. Ninhos fundados por abelhas solitárias em gomos de bambu - a) Ninho de *Centris (Hemisiella) tarsata* com indicação da mistura de areia e óleo na construção das células, destacando a textura áspera na parte externa e lisa na parte interna da célula; b) – Ninho de *Centris (Heterocentris) sp.*, com indicação da mistura de areia e óleo na construção das células. 95
- Figura 17. Ninhos de *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* construído com folhas em gomos de bambu, evidenciando: a) a construção do ninho em uma série linear de células, dispostas horizontalmente na cavidade e b) camadas de folhas soltas e dispostas na entrada do ninho de forma a não permitir a entrada de inimigos naturais.. 97
- Figura 18. Ninhos de *Euglossa pleosticta* fundados em caixas racionais na área A2- a) Abelha entrando no ninho I; b, c e d) Etapas da construção do ninho I, e) Caixa racional onde foi construído o ninho II de *Euglossa pleosticta*, f, g e h) Etapas da construção do ninho II pela abelha. 98
- Figura 19. Ninhos que apresentaram mortalidade: a) Ninho construído com folhas em gomos de bambu, provavelmente fundado por uma espécie de *Megachile* com ausência de indivíduos adultos no ninho. b) Ninho fundado com mistura de areia e óleo, provavelmente de abelhas do gênero *Centris*, destacando-se uma larva dentro da célula. c) Ninho, provavelmente, fundado por uma espécie de abelhas *Centris* onde só emergiu indivíduos da espécie cleptoparasita *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* 102

ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

Resumo Geral - O objetivo desta tese foi estudar a estrutura da comunidade de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes em resquícios de Mata Atlântica na região do maciço de Baturité – Ceará. Para tanto foram verificados a ocupação e emergência de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha, bem como avaliados os aspectos sobre a estrutura dos ninhos, razão sexual, mortalidade, preferência por diferentes tipos de substratos e diâmetros além da presença de inimigos naturais dessas espécies, em quatro áreas da região, visando sua utilização em programas de manejo de polinização. As amostragens foram realizadas utilizando três tipos de ninhos-armadilha: gomos de bambu secos, tubos de cartolina e caixas racionais. Nas quatro áreas de mata serrana úmida estudadas foram ocupados 34 ninhos artificiais pelas abelhas. Foram amostradas seis espécies de abelhas nidificantes, distribuídas em cinco gêneros (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* e *Coelioxys*) e duas famílias (Apidae e Megachilidae). Do total de ninhos registrados com emergência foram obtidos 139 indivíduos, sendo 131 abelhas e 8 coleópteros. Nos 34 ninhos de abelhas obtidos, foram construídas 162 células de cria, com o número de células por ninho-armadilha variando de 1 a 13 células de cria e o comprimento desses ninhos variando de 2,4 a 14 cm. Treze ninhos foram parasitados por himenópteros (Apidae e Megachilidae) e coleópteros (Meloidae), resultando em uma taxa de parasitismo de 38,2 % do total de ninhos fundados. Além disto, ocorreu mortalidade por causas desconhecidas em 29,4 % dos indivíduos, antes de chegar na fase adulta. As abelhas nidificaram nos três tipos de ninhos-armadilhas oferecidos, sendo os gomos de bambu os mais utilizados pelas espécies de abelhas para a construção de seus ninhos ($p < 0,05$), correspondendo a 82% do total utilizado. As abelhas revelaram uma maior preferência de nidificação em orifícios com diâmetros menores. Conclui-se, que os dados apresentados são importantes para realização de práticas que objetivem a manutenção e conservação dessas espécies, podendo também serem úteis para serviços de polinização de plantas nativas e agrícolas da região.

Palavras-chave: biologia de nidificação, emergência, ninho-armadilha.

ASPECTS OF NIDIFICATION BIOLOGY OF LONE BEES IN MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

General Abstract - The aim of this thesis was to study the structure of the community of bees which nest in pre-existing cavities in remnants of Atlantic Forest of Maciço de Baturité - Ceará. Therefore, it was verified the occupation and emergency of bees which nesting in trap-nests and assessed the aspects of the structure of such nests, sex ratio, mortality, preference for different kinds of substrates and diameters besides the presence of natural enemies of these species in four areas of the region, aiming their use in pollination management programs. The samples were carried out using three types of trap-nests: buds of dried bamboo, cardstock tubes and rational boxes. In the four areas of humid mountain forest studied were occupied 34 artificial nests by bees. Six species of nesting bees were sampled, distributed in five genera (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* and *Coelioxys*) and two families (Apidae and Megachilidae). Out of the total of nests recorded with emergency it was obtained 139 individuals, being 131 bees and 8 coleopterans. In the 34 nests obtained, 162 bee brood cells were built, with the number of cells per nest-trap ranging from 1 to 13 brood cells and the length of these ranging from 2.4 to 14 cm. Thirteen nests were parasitized by hymenopterans (Apidae and Megachilidae) and coleopterans (Meloidae), resulting in a parasitism rate of 38.2% of nests founded. In addition, mortality has occurred from unknown causes in 29.4% of subjects before reaching adult stage. The bees nested in the three types of traps available, being buds of dried bamboo the most widely used by the species of bees to build their nests ($p < 0.05$), corresponding to 82% out of the total used. The bees showed a greater preference for nesting into holes with smaller diameters. It is concluded that the data presented are important for the performance of practices that aim at maintenance and conservation of these species, and may be useful for pollination services of native and agricultural plants of that region.

Keywords: nesting biology, emergency, nest-trap.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As abelhas solitárias se destacam como um grupo muito importante e diversificado nas comunidades de diversos biomas, devido ao seu importante papel como polinizadores e de sensíveis indicadores biológicos da qualidade e conservação dos habitats. Os serviços de polinização que elas prestam às plantas silvestres e cultivadas são essenciais para a manutenção da diversidade vegetal e para a produção e qualidade dos alimentos para humanos e animais.

Embora seja notória a importância das abelhas solitárias como eficientes polinizadores dentro dos ecossistemas, pouco se sabe sobre os aspectos da biologia de nidificação e construção dos ninhos para a maioria das espécies dessas abelhas, principalmente, pela dificuldade de ter acesso aos seus ninhos.

Dentre os diversos ecossistemas brasileiros, o bioma Mata Atlântica é um dos que mais sofreu fragmentação e degradação pela intervenção humana, o que ameaça a alta diversidade de espécies e o elevado grau de endemismo desse local. Devido a esse fato, muitas abelhas que possuem uma aliança importante como polinizadores associados aos grupos de plantas específicos do bioma Mata Atlântica podem estar ameaçadas de extinção. Tal fato pode causar sérios danos ao meio ambiente, uma vez que, sem polinizadores, muitas plantas não conseguem ter sucesso na reprodução e, conseqüentemente, não produzem sementes, podendo declinar juntamente com as populações de seus polinizadores.

Neste sentido, o conhecimento das espécies de abelhas solitárias e de seus hábitos de nidificação, tais como os substratos utilizados e atributos dos ninhos, podem ser importantes para guiar novas práticas de manejo e conservação dessas abelhas.

Com o intuito de compreender a estrutura da comunidade de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes em remanescentes de Mata Atlântica do maciço de Baturité - Ceará este estudo teve como objetivos identificar as espécies de abelhas que ocupam as cavidades preexistentes; verificar suas taxas de ocupação e emergência; avaliar aspectos sobre a estrutura dos ninhos, razão sexual, mortalidade, preferência por diferentes tipos de substratos e diâmetros e presença de inimigos naturais, visando sua utilização em programas de manejo de polinização.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

1.1. ABELHAS SOLITÁRIAS E O BIOMA MATA ATLÂNTICA

Estima-se que 85% das espécies de abelhas descritas em todo o mundo são solitárias (BATRA, 1984). Cada uma dessas espécies possui suas próprias características e executam um papel importante e particular dentro dos ecossistemas (SILVA *et al.*, 2014).

O comportamento solitário desse grupo é caracterizado pela independência da fêmea, que após nascer e ser fecundada, procura sozinha um local para nidificar e construir seu próprio ninho. Ela também coleta alimento, oviposita e defende o ninho, sem dividir essas tarefas com outras abelhas. Na maioria das vezes, depois de concluídas todas estas atividades a fêmea fundadora morre ou abandona o ninho antes de suas crias emergirem, sem que haja contato entre gerações de indivíduos adultos (BATRA, 1984; MICHENER, 2000; ALVES-DOS-SANTOS, 2002).

No entanto, para que as abelhas solitárias possam sobreviver e se reproduzir em um determinado ambiente é necessário que existam na região locais para fundação de seus ninhos e recursos disponíveis para esses indivíduos (GATHMANN; TSCHARNTKE, 2002).

As áreas de floresta oferecem uma grande variedade de recursos essenciais para a sobrevivência das abelhas solitárias. Estes recursos incluem sítios específicos para nidificação, materiais para construção dos ninhos e recursos tróficos para alimentação das larvas e abelhas adultas. Dentre esses recursos fornecidos podem ser destacados: néctar, pólen, resina, óleos, exsudados estigmáticos, lipídeos florais, fragrâncias, tecidos comestíveis florais, entre outros (SIMPSON; NEFF, 1983; WESTRICH, 1996; GATHMANN; TSCHARNTKE, 2002; DAFNI, 2005). Todos esses recursos devem estar acessíveis e no raio de forrageio das fêmeas para que elas possam acessá-los e garantir boas condições para se reproduzirem, protegendo, dessa forma, a diversidade de abelhas local e suas funções ecológicas (GATHMANN; TSCHARNTKE, 2002).

Devido a dependência que possuem em relação às plantas para aquisição de substratos utilizados para nidificação e das flores para obtenção de recursos para sua própria sobrevivência e de sua prole, as abelhas solitárias da Mata Atlântica estão intimamente relacionadas com a flora desse local (MORATO; CAMPOS, 2000; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010).

As plantas, por sua vez, também se beneficiam com os serviços prestados pelas abelhas. Durante suas visitas às flores, as abelhas entram em contato com os estames e adquirem pólen em seus corpos, que acabam sendo transferidos para os estigmas da mesma flor ou de uma outra flor da mesma espécie quando os tocam, promovendo um serviço chamado de polinização (CORBET *et al.*, 1991; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Este processo é necessário para que os grãos de pólen possam germinar no estigma da flor e fertilizar os óvulos (FREITAS, 1998).

A polinização é considerada um processo biológico de grande importância em todos os ecossistemas terrestres pois é fundamental para a reprodução sexuada das plantas, por poder proporcionar a manutenção da variabilidade genética entre os vegetais (ROCHA; ALENCAR, 2012). Dessa forma, ela é apontada como um serviço ecossistêmico regulatório de valor inestimável, atuando na manutenção da biodiversidade em áreas naturais (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010).

Os serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores têm papel funcional e fundamental na composição florística e na manutenção da biodiversidade das populações vegetais nas áreas de floresta (BIESMEIJER *et al.*, 2006; RICKETTS *et al.*, 2008; POTTS *et al.*, 2010) pois atuam na base da cadeia alimentar. Sem esses serviços, uma grande diversidade de espécies vegetais não se reproduz, fazendo com que as populações de plantas e animais que delas dependam também declinem (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

De acordo com Bawa (1990), mais de 90% das árvores tropicais que produzem flores são polinizadas principalmente por abelhas. Kevan *et al.* (1990) também destacam a importância das abelhas para a manutenção da diversidade das angiospermas quando relatam que nenhum outro grupo animal tem tanta importância e significado para a polinização das flores. Isso devido às inúmeras maneiras pelas quais as flores atraem as abelhas e pelos diversos motivos que as abelhas visitam as flores resultando em uma variedade de estreitas interações entre elas (SCHLINDWEIN, 2004).

Esse reconhecimento das abelhas como importantes polinizadores deve-se a obrigatoriedade desses indivíduos em visitar as flores em busca de recursos, além da alta diversidade de espécies desse grupo e por possuírem estruturas morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais como pêlos ramificados, corbículas, escopas,

comportamento de “*buzz-pollination*”, entre outros, tornando-os capazes de realizar serviços específicos de polinização (SCHLINDWEIN, 2000; SILVA, 2005).

De acordo com Schlindwein (2000) algumas abelhas possuem comportamento e estruturas morfológicas especializados para coletar recursos florais de difícil acesso e específicos, sendo conhecidas como abelhas oligoléticas. Esse comportamento é realizado quase que exclusivamente por espécies de abelhas solitárias, apontadas como polinizadores efetivos, não substituíveis por abelhas generalistas (MICHENER, 1974; SCHLINDWEIN, 2004).

Dentre as abelhas solitárias que compõem uma interação importante como polinizadores associados aos grupos de plantas específicos do bioma Mata Atlântica pode-se destacar o grupo das abelhas coletoras de óleo florais (DRUMMONT *et al.*, 2008; MENEZES *et al.*, 2012). Na região Neotropical essas abelhas pertencentes às tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2007) apresentam adaptações morfológicas especiais nas pernas para coletarem e transportarem os óleos produzidos em flores de Cucurbitaceae, Iridaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Orchidaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae e Solanaceae (VOGEL, 1986; BUCHMANN 1987; COCUCCI *et al.*, 2000; COCUCCI; VOGEL, 2001; MACHADO, 2004). As fêmeas dessas espécies dependem dos óleos das plantas com glândulas florais para alimentar as larvas e/ou revestir e impermeabilizar as células de cria (VOGEL, 1974; BUCHMANN, 1987). Por sua vez, essas plantas dependem das abelhas coletoras de óleo para obter o serviço de polinização, tornando essa interação um caso especial de adaptação abelha-plantas na região Neotropical (MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2013).

Outro grupo importante que possui interações específicas com as plantas da Mata Atlântica são as abelhas coletoras de perfumes florais (SCHLINDWEIN, 2004; GUIMARÃES, 2011; GIANGARELLI *et al.*, 2014). Estas abelhas também conhecidas como abelhas das orquídeas pertencem à subtribo Euglossina (MICHENER, 1990; SILVEIRA *et al.*, 2002). Habitam exclusivamente regiões neotropicais e apresentam características morfológicas únicas, como língua muito comprida e tíbias posteriores alargadas nos machos (DRESSLER, 1982). As peças bucais extremamente compridas permitem a coleta de néctar em flores que apresentam longas cavidades nectaríferas, incluindo flores tubulares geralmente não acessíveis a outras abelhas (SINGER, 2004;

BORREL, 2005). Já a presença de túbias posteriores alargadas nos machos serve para guardar as substâncias aromáticas que eles coletam nas plantas, principalmente, em orquídeas, com algumas centenas de espécies visitadas (DRESSLER, 1982; WILLIAMS; WHITTEN, 1983; ROUBIK; HANSON, 2004). Ao coletar as fragrâncias nas flores das orquídeas o macho pode disparar o polinário, o qual se fixa ao dorso do seu tórax, e ao visitar outra flor, este mesmo inseto pode encaixar o polinário na fenda do estigma podendo ocorrer a fecundação (DRESSLER, 1968; WILLIAMS, 1982). As abelhas Euglossinas também são consideradas importantes polinizadores de plantas com flores que possuem anteras poricidas devido à sua grande habilidade de remover o pólen dessas flores, através de um movimento de vibração chamado de “*buzz-pollination*” (DRESSLER, 1982; GARÓFALO *et al.*, 2004; GUIMARÃES, 2007; SILVA *et al.*, 2012).

Devido as interações específicas que possuem com as flores, essas abelhas possuem grande importância na manutenção das muitas espécies vegetais auto-incompatíveis (BAWA, 1974; BAWA *et al.*, 1985, MACHADO *et al.*, 2006) sendo, dessa forma, consideradas polinizadores chave em florestas tropicais e subtropicais na América Central e do Sul (DODSON *et al.*, 1969; DRESSLER, 1982).

As abelhas solitárias também são consideradas sensíveis indicadores biológicos da qualidade e conservação dos habitats ou de mudança ambiental (TSCHARNTKE *et al.*, 1998). De acordo com os mesmos autores, a riqueza e abundância de espécies de abelhas estão intimamente correlacionadas com a grande diversidade de espécies de plantas do habitat, visto que uma vegetação diversificada fornece uma maior diversidade de recursos suportando, assim, um maior número de espécies de abelhas devido à dependência que possuem por recursos alimentares, substratos para nidificação e interações ecológicas.

As condições ambientais do bioma Mata Atlântica fornecem um local excelente para o desenvolvimento de muitas espécies de abelhas solitárias. Esse ambiente é formado por meio da copa das árvores que diminuem a ação dos ventos e reduzem a compactação e erosão do solo pela diminuição do impacto das águas pluviais e pelo ciclo da água que se torna estável e sustentável devido à cobertura vegetal desse ecossistema (BALBINOT *et al.*, 2008).

1.2. O BIOMA MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é caracterizada por uma grande variedade de habitats inseridos em uma série de tipologias vegetais que compõe um mosaico de ecossistemas bastante complexo com grande riqueza de espécies vegetais e animais (MYERS *et al.*, 2000; BRASIL, 2010). Esse bioma é classificado como um dos *hotspot* de biodiversidade do planeta em virtude de sua alta diversidade biológica, quantidade de espécies endêmicas e a grande devastação de sua cobertura vegetal (MYERS *et al.*, 2000).

No Brasil, esse bioma estende-se por praticamente toda a faixa litorânea, entre 5° e 31° de latitude Sul, apresentando diferentes formas de relevo, paisagens e características climáticas (ALMEIDA, 2000). De acordo com as delimitações estabelecidas pelo mapa de biomas e vegetação do Brasil (IBGE, 2004), as formações florestais e os ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica definem-se por: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais do Nordeste.

Atualmente esse bioma encontra-se reduzido a 11,7% (15.719.337 ha) da vegetação original divididos em fragmentos isolados (RIBEIRO *et al.*, 2009) e constitui um dos ecossistemas que mais sofreu fragmentação e degradação pela intervenção humana, o que ameaça a alta diversidade de espécies e o elevado grau de endemismo desse local (MYERS *et al.*, 2000).

No entanto, mesmo com grande área reduzida e muito fragmentada os remanescentes de Mata Atlântica nativa ainda abrigam altos índices de biodiversidade de fauna e flora e possuem grande importância social e ambiental (MYERS *et al.*, 2000; VARJABEDIAN, 2010). Nesse sentido, a Mata Atlântica é apontada como um dos maiores repositores de biodiversidade do planeta, abrigando cerca de 20 mil espécies vegetais e milhares de espécies de mamíferos, anfíbios, répteis, aves e peixes. Existindo ainda uma infinidade de invertebrados, insetos e de muitas outras espécies que ainda não foram descritas (MYERS *et al.*, 2000; VARJABEDIAN, 2010).

No estado do Ceará, apesar de quase 92% do território cearense está exposto ao regime climático de semiaridez, cerca de 6% de sua extensão localiza-se em serras úmidas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2013). Nesses locais a

ocorrência de resquícios da Mata Atlântica brasileira ainda persiste mesmo com o elevado grau de destruição deste riquíssimo patrimônio natural. Estes encaves úmidos estão distribuídos em algumas regiões do estado como a chapada do Araripe, planalto da Ibiapaba, serra de Maranguape, serra da Aratanha, serra de Baturité, serra da Meruoca e serra de Uruburetama (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). Dentre essas serras, uma das mais importantes, altas e úmidas é sem dúvida, a serra de Baturité que se destaca das demais por ser a mais extensa e de maior riqueza biológica do estado, possuindo grande importância na manutenção da biodiversidade (SEMACE, 1992; CAVALCANTE; GIRÃO, 2006).

A serra de Baturité apresenta altitudes que variam de 400 a 1000 m, com pico máximo de 1.114 m (CEARÁ, 1997). A vegetação que ocorre nas áreas mais altas da serra, acima de 600 m são classificadas como Floresta Ombrófila Montana (Mata Úmida Serrana) e estão localizadas em um maciço isolado que formam verdadeiras ilhas de umidade no meio das depressões semiáridas do domínio da Caatinga (FIGUEIREDO; BARBOZA, 1990; VELOSO *et al.*, 1991; FERNANDES, 1998). As temperaturas médias anuais dessas áreas mais altas variam entre 19 a 22° C e o período mais chuvoso se concentra nos meses de março a abril, enquanto que nos meses de setembro a novembro existe menor ocorrência de precipitação (SEMACE, 1992; CEARÁ, 1997; INMET, 2015).

O estudo das modificações na composição da fauna e flora de fragmentos isolados desses locais é importante para a proteção desse ecossistema e de sua diversidade biológica, como também para a implantação de medidas confiáveis para o estabelecimento de reservas biológicas (MORATO; CAMPOS, 2000) e identificação de possíveis ações que possam minimizar esses efeitos.

Os insetos são considerados um grupo importante para o funcionamento dos ecossistemas naturais e para os estudos de avaliação do impacto das alterações ambientais e efeitos de fragmentos florestais, devido a sua elevada diversidade de espécies, de habitats ocupados, abundância, ciclo de vida geralmente curto e facilidade de amostragem por métodos padronizados e comparáveis (ROSENBERG, 1986; THOMAZINI; THOMAZINI, 2000; GARDNER *et al.*, 2008).

Dentre os insetos, as abelhas solitárias se destacam como um grupo muito importante e diversificado nas comunidades de diversos biomas, devido ao seu

importante papel como polinizadores e sensíveis indicadores biológicos da qualidade e conservação dos habitats (TSCHARNTKE *et al.*, 1998; BIESMEIJER *et al.*, 2006; POTTS *et al.*, 2010).

Nesse sentido, tanto a diversidade da flora da Mata Atlântica, como suas características edafoclimáticas propiciam condições ideais para o desenvolvimento de várias espécies de abelhas solitárias que habitam as matas úmidas. Esses fatores fornecem um microclima inigualável para o estabelecimento dos insetos, em termos de umidade, temperatura e incidência solar (FERREIRA; MARQUES, 1998).

1.3. INTERAÇÃO ABELHAS SOLITÁRIAS E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Os fatores climáticos podem influenciar diretamente ou indiretamente na atividade de muitas espécies de abelhas, podendo interferir no padrão de nidificação desses indivíduos e determinar suas taxas de desenvolvimento, reprodução e padrão sazonal (EICKWORT; GINSENBURG, 1980; CONTRERA *et al.*, 2004; GOBATTO; KNOLL, 2013).

A temperatura é uma das variáveis climáticas que mais influencia as atividades das abelhas, sendo um fator de regulação do metabolismo, crescimento e elemento limitante para a distribuição dos insetos, ao mesmo tempo em que regula seu índice de atividade (PROSSER, 1968). Os insetos são animais pecilotérmicos e, devido a isso, têm seu metabolismo e suas atividades influenciadas pela temperatura corpórea que, por sua vez, está quase que, exclusivamente, na dependência da temperatura do ambiente (MELLANBY, 1931). Valores altos e baixos de temperatura e umidade podem exercer influência negativa na atividade desses indivíduos, já que os mesmos possuem baixa capacidade termorregulatória (EICKWORT; GINSENBURG, 1980; SILVA *et al.*, 2011).

Além da temperatura, a precipitação e a umidade relativa do ar são fatores que podem influenciar direta ou indiretamente a nidificação, a atividade de voo e o número de gerações por ano de uma dada espécie (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; RODRIGUES, 2004). As variações espaciais e temporais da precipitação em um ambiente podem determinar, em parte, a floração das plantas e, conseqüentemente, a disponibilidade de recursos para as abelhas. A ocorrência de poucas chuvas pode

ocasionar escassez de recursos alimentares podendo impedir os ciclos reprodutivos das abelhas. Enquanto que chuvas fortes e frequentes podem interromper as atividades de nidificação das abelhas solitárias ocasionando a destruição de seus ninhos, sendo considerada, dessa forma, um dos principais fatores abióticos que controla os padrões de distribuição das espécies de abelhas e seus ciclos de abundância e escassez (LINSLEY, 1958; ROUBIK, 1989; GONÇALVES; ZANELLA, 2003).

Existem outras variações dos fatores abióticos que podem afetar os padrões sazonais dos insetos como o vento, fotoperíodo e radiação solar, podendo interferir em suas atividades externas, na eclosão de ovos, diapausa, metabolismo, comportamento e na escolha dos locais de nidificação desses animais (RODRIGUES, 2004; SILVA *et al.*, 2011).

1.4. HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E NINHOS – ARMADILHA

Após serem fecundadas, as fêmeas das abelhas solitárias buscam um local apropriado para fundar e construir o ninho e aprovisionar suas células (ALVES-DOS-SANTOS, 2002). O ninho dessas abelhas consiste, geralmente, de uma entrada, um canal principal e uma ou várias células de cria, arranjadas de forma linear ou ramificada. Cada célula contém uma larva e seu respectivo alimento, que pode ser somente pólen ou pólen misturado com néctar e/ou óleo (PEREIRA *et al.*, 1999; ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2014). O material utilizado para a construção dos ninhos varia de acordo com cada espécie podendo ser utilizado areia, barro, pedaços de folhas, pétalas de flores, resina, madeira morta, óleos vegetais, entre outros (JAYASINGH; FREEMAN, 1980; ALVES-DOS-SANTOS, 2002; SILVA *et al.*, 2014).

As abelhas solitárias possuem diversos hábitos de nidificação. A maioria nidifica em substratos como solo e madeira, com os ninhos podendo ser construídos em superfícies planas ou em barrancos, em solos expostos ou cobertos por vegetação, como também em tocos, troncos, galhos ou ramos de árvores. Ainda que algumas espécies escavem orifícios na madeira, cerca de 5% do total das espécies de abelhas solitárias apresentam o hábito de nidificar em cavidades preexistentes, como orifícios existentes em árvores, galerias feitas por outros insetos, termiteiros, locais escavados por pequenos vertebrados ou gomos de bambus. Algumas podem utilizar cavidades feitas pelo homem

como buracos em muro, orifícios de fechadura, entre outras frestas disponíveis (KROMBEIN, 1967; ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2007; ALVES-DOS-SANTOS, 2009; GARÓFALO *et al.*, 2012).

As espécies de abelhas que utilizam cavidades preexistentes para nidificação têm sido as mais estudadas, uma vez que as fêmeas são atraídas a nidificarem em ninhos-armadilha (KROMBEIN 1967; GARÓFALO *et al.*, 2012). A técnica de ninhos-armadilha consiste na oferta de cavidades artificiais para a nidificação de espécies de abelhas e vespas solitárias (KROMBEIN, 1967). Existem vários modelos de ninhos-armadilha descritos e dentre os tipos mais utilizados, destacam-se: os (1) gomos de bambu, com uma das extremidades fechada pelo próprio nó; (2) tubos confeccionados com cartolina preta inseridos em orifícios de placas de madeira com perfurações de diferentes diâmetros e (3) caixas de madeira com diferentes dimensões e diâmetros, recobertas ou não por tampas de vidro removíveis (GARÓFALO *et al.*, 1993, CAMILLO *et al.*, 1995; GARÓFALO *et al.*, 1998; GUIMARÃES *et al.*, 2010).

Por meio desta técnica é possível amostrar espécies que vivem em um determinado ambiente evitando aquelas que estejam apenas transitando pelo local (CAMILLO *et al.*, 1995; TSCHARNTKE *et al.*, 1998; MORATO; CAMPOS 2000; GAZOLA; GAROFALO, 2009), assim como possibilita amostrar espécies que raramente são coletadas em flores por ocorrerem em baixas densidades em seus habitats (PARKER, 1984). Além disso, através da técnica de ninhos-armadilha é possível obter dados sobre estrutura das comunidades de abelhas e vespas, dinâmica populacional, informações sobre a arquitetura interna dos ninhos, biologia de nidificação, sazonalidade, alterações da qualidade ambiental e efeitos da fragmentação da vegetação (GARÓFALO *et al.*, 1993; TSCHARNTKE *et al.*, 1998; MORATO, 2000; MORATO; CAMPOS, 2000; STEFFAN-DEWENTER, 2002; GAZOLA e GARÓFALO, 2003; ALVES-DOS-SANTOS, 2003; COUTO; CAMILLO, 2007; MESQUITA *et al.*, 2009; DÓREA *et al.*, 2010).

Essas informações são imprescindíveis quando se busca identificar espécies de abelhas que nidificam em cavidades artificiais e que poderão vir a ser manejadas em programas de polinização (GARÓFALO *et al.*, 2012).

1.5. PERSPECTIVAS PARA O USO DE ABELHAS SOLITÁRIAS QUE NIDIFICAM EM NINHOS-ARMADILHA EM PROGRAMAS RACIONAIS DE POLINIZAÇÃO AGRÍCOLA

A ação dos agentes polinizadores é destacada como um elemento chave da conservação ambiental e da produção agrícola (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012). Entre os agentes polinizadores, as espécies de abelhas sociais e solitárias se destacam como principais fornecedoras dos serviços de polinização (GARÓFALO *et al.*, 2012). Para que as abelhas possam ser utilizadas nos cultivos agrícolas é necessário amplo conhecimento sobre a biologia, manejo e multiplicação de ninhos desses indivíduos, além de informações a respeito das necessidades de polinização das culturas e técnicas de manejo dos polinizadores adequados (FREITAS, 1998; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012).

As espécies de abelhas sociais são, em geral, as mais utilizadas para a polinização de cultivos agrícolas comerciais, sobretudo, pela alta densidade de indivíduos que podem ser mantidos em uma determinada área (CRUZ; CAMPOS, 2009) e pela facilidade de serem manejadas em caixas racionais ou em colmeias padronizadas que possibilitam o transporte seguro dessas colônias aos cultivos agrícolas (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). Embora as abelhas sociais possuam grande habilidade de polinizar uma vasta diversidade de espécies vegetais, existem algumas restrições na utilização dessas abelhas como polinizadores eficientes para todas as culturas, devido, principalmente, à grande diversidade de morfologias florais e síndromes de polinização especializadas que fazem com que uma única espécie de abelha não seja capaz de explorar e polinizar toda essa diversidade (WESTERKAMP; GOTTSBERGER, 2000).

As abelhas solitárias são consideradas polinizadores eficientes de plantas silvestres e cultivadas e têm sido investigadas em todo o mundo como um agente importante para a polinização de culturas agrícolas (ROUBIK, 1995; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). No entanto, ainda são poucos os estudos que avaliam a eficiência da polinização na produção de frutos a partir da introdução de ninhos-armadilhas de abelhas solitárias em áreas de cultivo. Dentre os exemplos bem-sucedidos da utilização em grande escala da polinização de abelhas solitárias que nidificam em cavidades

artificiais destacam-se a espécie *Megachile rotundata* que é empregada na polinização da alfafa (*Medicago sativa*) (PITTS-SINGER; CANE, 2011), espécies do gênero *Osmia* utilizadas da polinização de amêndoas (*Prunus dulcis*), maçãs (*Malus domestica*), peras (*Pyrus communis*) e cerejas (*Prunus amygdalus*) (BOSCH; KEMP, 1999; BOSCH, 1994; BOSCH *et al.*, 2000; SEKITA, 2001; MACCAGNANI *et al.*, 2003; MACCAGNANI *et al.*, 2007).

No Brasil, alguns trabalhos têm comprovado a importância e eficiência de espécies do gênero *Xylocopa* na polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2001; SIQUEIRA *et al.*, 2009; GIANNINI *et al.*, 2013) e do gênero *Centris* na polinização da acerola (*Malpighia emarginata*), murici (*Byrsonima* sp.), maracujá doce (*Passiflora alata*) e caju (*Anacardium occidentale*) (FREITAS, 1997; FREITAS; PAXTON, 1998; FREITAS *et al.*, 1999; RÊGO *et al.*, 2006; VILHENA; AUGUSTO, 2007; GAGLIANONE *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2012). Estudos demonstram que além de serem polinizadores eficientes algumas espécies do gênero *Xylocopa* e *Centris* aceitam, com facilidade, nidificar em cavidades artificiais ofertadas pelo homem e instaladas em cultivos, nidificando em abundância nesses substratos (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2003; PEREIRA; GARÓFALO, 2010; MAGALHÃES; FREITAS, 2013). Essas informações revelam que os ninhos-armadilhas podem ser utilizados para manter populações dessas espécies em áreas de cultivos, tendo em vista sua utilização em programas de polinização controlada. Contudo muitos estudos ainda são necessários para que essas espécies possam vir a ser manejadas em escala comercial (GAROFALO *et al.*, 2012).

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**, Ilhéus, Ba. Editora Edittus, Ilhéus. 2000.

ALVES-DOS-SANTOS, I. A vida de uma abelha solitária. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, n.179, p. 60-62. 2002.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Trap-nesting bees and wasps on the University Campus in São Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). **Journal of the Kansas Entomological Society** v.76, n.2, p.328-334. 2003.

ALVES DOS SANTOS, I., MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis** v.11, n.4, p.544-557. 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Por que preservar troncos apodrecidos e barrancos em sua propriedade? **Mensagem Doce 100** Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo.htm> (último acesso em 15/04/2015). 2009.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.4, n.1, p.131-149, 2008.

BATRA, S. W. Solitary bees. **Scientific American**. v.250, p.86-93. 1984.

BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** v.28, p.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. **Botanical Society of America**. v.72, n.3, p.331-345. 1985.

BAWA, K. Plant-pollinator interactions in tropical rain-forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. v.21, p.399-422. 1990.

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFEFERS, A. P.; POTTS, S.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNIN, W. E. Parallel Declines in Pollinators and Insect-pollinated Plants in Britain the Netherlands. **Science**, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.

BOSCH, J. Improvement of field management of *Osmia cornuta* (Latreille) (Hymenoptera, Megachilidae) to pollinate almond. **Apidologie**, v. 25, n. 1, p. 71-83, 1994.

BOSCH, J.; KEMP, W. P. Exceptional cherry production in an orchard pollinated with blue orchard bee. **Bee World**, v. 80, p. 163-173, 1999.

BOSCH, J.; KEMP, W.; PETERSON, S. Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) populations for almond pollination: Methods to advance bee emergence. **Environmental Entomology** v. 29, n. 5, p. 874-883, 2000.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. (Série Biodiversidade, 34.). Brasília: MMA, 2010.

BUCHMANN, S. L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v.18, p.343-369. 1987.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C. A., SERRANO, J. C., MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera: Apocrita: Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia** v.39, p. 459-470. 1995.

CAVALCANTE, A. M. B; GIRAO, J. B. C. **História da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité**. In: Pinheiro, D.R.C. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões*. Fortaleza: ABC, p. 367-384. 2006.

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

COCUCCI, A. A.; SÉRSIC, A.; ROIG ALSINA, A. Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin. **Mitteilungen Muenchener Entomologischen Gesellschaft**, v.90, p.51-74. 2000.

COCUCCI, A. A.; VOGEL, S. Oil-producing flowers of *Sisyrinchium* species (Iridaceae) and their pollinators in southern South America. **Flora**, v.196, p.26-46. 2001.

CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NIEH, J. C. Temporal and climatological influences on flight activity in the stingless bee *Trigona hyalinata* (Apidae, Meliponini). **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 35-43. 2004.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v.72, n.2, p.47-59. 1991.

COUTO, R. M; CAMILLO, E. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris (Heterocentris) analis*. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.97, n.1, p.51-55. 2007.

CRUZ, D. O; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.15, n.1-4, p.5-10. 2009.

DAFNI, A.; NEAL, P. R. **Flower shape and size**. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. *Practical Pollination Biology*. Cambridge, Ontario, Canadá: Enviroquest, p. 149-156. 2005.

DODSON, C. H.; DRESSLER, R. L.; HILLS, H. G.; ADAMS, R. M.; WILLIAMS, N. H. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science** v.64, p.1243-1249. 1969.

DÓREA, M. C.; AGUIAR, C. M. A.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L. E.; SANTOS, F. A. R. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. **Oecologia australis**, v. 14, p. 232-237, 2010.

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

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

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology** v.37, n.3, p.:239-246. 2008.

EICKWORT, G. C.; GINSBERG, H. S. Foraging and mating behavior in Apoidea. **Annual Review of Entomology**. v. 25, p. 421-446. 1980.

FERREIRA, R. L.; MARQUES, M. M. G. S. M. A fauna de artrópodes de serapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. **Anais Sociedade Entomológica Brasil**, v.27, n.3, p.395-403, 1998.

FREITAS, B. M. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **Journal of Apicultural Research**, v. 36, n. 1, p. 15-22, 1997.

FREITAS, B. M. O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 46, p.16 - 20, 1998.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 109-121, 1998.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; BRANDAO, G. F.; ARAUJO, Z. B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 133, p. 303-311, 1999.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA - FILHO, J. H. D. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.

FREITAS, B.; OLIVEIRA-FILHO, J. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1135-1139, 2003.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA / INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica** Período 2011-2012. Relatório Técnico. 2013. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/06/atlas_2011-2012_relatorio_tecnico_2013final.pdf

GAGLIANONE, M. C.; ROCHA, H. H. S.; BENEVIDES, C. R.; JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 152-164, 2010.

GARDNER, T. A.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; BARLOW, J.; PERES, C. A. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. **Journal of Applied Ecology** v.45, p.883- 893. 2008.

GARÓFALO, C. A., CAMILLO, E., SERRANO, J. C., REBÊLO, J. M. M. Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia**. v.53, p.177-187. 1993.

GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; AUGUSTO, S. C., JESUS, B. M. V.; SERRANO, J. C. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia**. v.15, p.589-596. 1998.

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.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; AGUIAR, C. M. L.; Del Lama, M. A.; SANTOS, I. A. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves; Antonio Mauro Saraiva. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.9, p. 183-202, 2012.

GATHMANN, A.; TSCHARNTKE, T. Foraging ranges of solitary bees. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, p. 757-764, 2002.

GAZOLA, A.; GARÓFALO, C. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera: Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 76, n. 2, p. 131-142, 2003.

GAZOLA, A.L.; GARÓFALO, C.A. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.607-622. 2009.

GIANGARELLI, D. C.; AGUIAR, W. M.; SOFIA, S. H. Orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) assemblages from three different threatened phytophysiognomies of the subtropical Brazilian Atlantic Forest. **Apidologie** v.46, p 71-83. 2014.

GIANNINI, T. C.; ACOSTA, A. L.; SILVA, C. I.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 171, p. 39-46, 2013.

GOBATTO, A. L; KNOLL, F. R. N. Influence of seasonal changes in daily activity and annual life cycle of *Geotrigona mombuca* (Hymenoptera, Apidae) in a Cerrado habitat, São Paulo, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.103, n.4, p. 367-373, 2013.

GONÇALVES, A. F.; ZANELLA, F.C.V. Ciclos de nidificação de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes no semi-árido paraibano. **Anais do Congresso de Ecologia do Brasil** 6: p.322–324. 2003.

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.

GUIMARÃES, M. O.; FREITAS, B.M; BRASIL, D. F ; CAVALCANTE, M.C . Comportamento de nidificação de *Euglossa* sp. em caixas-iscas de madeira. In: IX Encontro sobre Abelhas, 2010, Ribeirão Preto - SP. **Anais do IX Encontro sobre Abelhas**, 2010.

GUIMARÃES, M. O. **Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no Estado do Ceará**, Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. 80p. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Mapa de Biomas e Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> . Acesso em: 12/abril/2015.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. 2004. Disponível em: Acesso em: 17 ago. 2015.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica** v.10, n.4, p. 59-62, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L; ALVES, D. A; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização – um tema global. *In*: Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves; Antonio Mauro Saraiva. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.1, p. 25-45. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados históricos: **Banco de Dados Meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/bdmep>. Acesso 15.02.2015. 2015.

JAYASINGH, D. B.; FREEMAN, B. E. The comparative population dynamics of eight solitary bees and wasps (Aculeata; Apocrita; Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. **Biotropica**, v.12, p.214–219, 1980.

KEVAN, P. G.; CLARK, E. A.; THOMAS, V. G. Insect pollinators and sustainable agriculture. **American J. of Alternative Agriculture**, v.5, n.1, 1990.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates**. Washington: Smithsonian Press, 569p. 1967.

LINSLEY, E. G. The ecology of solitary bees. **Hilgardia** v.27, p.543–599. 1958.

MACCAGNANI, B.; LADURNER, E.; SANTI, F.; BURGIO, G. *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. **Apidologie**, v. 34, n. 3, p. 207-216, 2003.

MACCAGNANI, B.; BURGIO, G.; STANISAVLJEVIC, L. Z.; MAIN, S. *Osmia cornuta* management in pear orchards. **Bulletin of Insectology**, v. 60, n. 1, p. 77-82, 2007.

MACHADO, I. C. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NEBrazil. Pp 255-280. *In*: B.M. Freitas & J.O.P. Pereira, (eds.), **Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination**. Editora Imprensa Universitária, UFCE, Fortaleza. 285pp. 2004.

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. **Annals of Botany** v.97, p.277-287. 2006.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**: p.1-6, 2013.

MARTINS, A. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Floral-oil-producing Plantaginaceae species: geographical distribution, pollinator rewards and interactions with oil-collecting bees. **Biota Neotropica**. v.13, n.4, p. 77-89. 2013.

MELLANBY, K. Low temperature and insect activity. **Proceedings of the Royal Society of London, B**, v.127, p. 473-487, 1931.

MENEZES, G. B.; GONCALVES-ESTEVEES, V ; BASTOS, E. M. A. F. ; AUGUSTO, S. C. ; GAGLIANONE, M. C. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic Forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of regeneration. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.56, n.1, p. 86-89, 2012.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 124-132, 2009.

MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees. A comparative study**. Harvard University Press, Cambridge. 404 p. 1974.

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

MICHENER, C. D. **"The Bees of the World"**. The Johns Hopkins University Press. 2000.

MORATO, E. F. A técnica de ninhos-armadilha no estudo de comunidades de Aculeata solitários. p. 111-117. In: **Anais do Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, SP, Brasil. 2000.

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

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858. 2000.

OLIVEIRA, R.; MARTINS, C. F.; ZANELLA, F.; SCHLINDWEIN, C. **Abelhas solitárias produzem acerolas**. 1. ed. Rio de Janeiro: v. 1. 24p. FUNBIO, 2014.

PARKER, F. D. The nesting biology of *Osmia (Trichinosmia) laticulcata* Michener. **Journal of the Kansas Entomological Society** v.57n.3, p.430-436. 1984.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J. C. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lep. in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini) **Apidologie**, v.30, p.327-338. 1999.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 193-209, 2010.

PITTS-SINGER, T. L.; CANE, J. H. The Alfalfa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata*: The World's Most Intensively Managed Solitary Bee. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 56, p. 221–37, 2011.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

PROSSER, C. L. **Temperatura**. In: PROMEROSSER, C.L.; BROWN JR, F.A. (Eds). *Fisiologia comparada*. Mexico, Editora Interamericana, 2º ed. 996p. 1968.

RÊGO, M.; ALBUQUERQUE, P.; RAMOS, M.; CARREIRA, L. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 579-587, 2006.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how the remaining forest

distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** v.142, p.1141–1153. 2009.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v.11, p.499-515, 2008.

ROCHA, M. C. L.; ALENCAR, S. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 88p. 2012.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos insetos. **Info.Insetos**. v.1, n.4, p.01-04, 2004.

ROSENBERG, D. M.; DANKS, H. V.; LEHMKUHL, D. M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management** v.10, n.6, p.773-783. 1986.

ROUBIK, D. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology series. Cambridge University Press. 514p. 1989.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. FAO, Food and agriculture service bulletin number 118, Rome, Italy. 1995.

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.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4, Ribeirão Preto (SP). **Anais...** Ribeirão Preto: USP p. 131-141. 2000.

SCHLINDWEIN, C. Abelhas solitárias e flores: especialistas são polinizadores efetivos? In: 55º Congresso Nacional de Botânica, 26º Encontro Regional de Botânicos de MG, BA, ES, 2004, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: Sociedade Botânica do Brasil, p. 1-8. 2004.

SEKITA, N. Managing *Osmia cornifrons* to pollinate apples in Aomori Prefecture, Japan. **Acta Horticulture**, v. 561, p. 303-308, 2001.

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

SILVA, M. **Abelhas e plantas melíferas da zona rural dos municípios de Cocal do Sul, Criciúma e Nova Veneza, situados na região carbonífera no sul do estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. 110p. 2005.

SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, n.1, p.79–87. 2011.

SILVA, C. I.; BORDON, N. G.; ROCHA FILHO, L. C.; GARÓFALO, C. A. The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera, Apidae) in sweet passion fruit fields. **Revista de Biologia Tropical**, v. 60, p. 1553-1564, 2012.

SILVA, C. I.; ALEIXO, K. P.; NUNES-SILVA, B.; FREITAS, B. M. ; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Insituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, v. 1. 50p. 2014.

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

SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. **Evolution and diversity of floral rewards**. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. Handbook of experimental pollination biology. New York: Scientific and Academic Editions, p. 142-159. 1983.

SINGER, R. B. **Orquídeas brasileiras e abelhas**. 2004. Disponível em: http://www.webbee.org.br/singer/texto_singer.pdf (consulta em 04/2015). Acessado em 18/04/2015.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na Região do Vale do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2009.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V. OS ENCLAVES ÚMIDOS E SUB-ÚMIDOS DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO - **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 05, n. 09, 2006.

STEFFAN-DEWENTER, I. Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. **Ecological Entomology**, v.27, n.5, p.631-637. 2002.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: EMBRAPA-Acre. 21 p. (Documentos, 57). 2000.

TSCHARNTKE, T., GATHMANN, A., STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions, **Journal Applied Ecology**, v.35, p.708–719, 1998.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos avançados**. v.24, n.68, p.147-160. 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J.C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 124p. 1991.

VILHENA, A. M. G. F; AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 14-23, 2007.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt**, v.7, p.285-547. 1974.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Zweite Folge: *Lysimachia* und *Macropis*. **Tropische und subtropische Pflanzenwelt**, v.54, p.149-312. 1986.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in Crop Pollination. **Crop Science**. v.40, p.1209-1222. 2000.

WESTRICH, P. **Habitat requirements of central European bees and problems of partial habitats**. The conservation of bees. Eds A. Matheson, S.L. Buchmann, C.O' Toole, P. Westrich & I.H.Williams), p. 1–16. Academic Press, London. 1996.

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

CAPÍTULO II

Estrutura de comunidade e preferência das abelhas por substratos utilizados para nidificação em cavidades preexistentes em fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité, Ceará, Brasil

Estrutura de comunidade e preferência das abelhas por substratos utilizados para nidificação em cavidades preexistentes em fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité, Ceará, Brasil

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura das comunidades de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes e sua preferência por diferentes tipos de substratos e diâmetros em fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité, Ceará. As amostragens foram realizadas no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 em quatro áreas do maciço de Baturité-CE, utilizando-se três tipos de ninhos-armadilha: gomos de bambu secos, tubos de cartolina e caixas racionais. Do total de 24 ninhos registrados com emergência de abelhas, nas quatro áreas estudadas, foram amostrados 131 indivíduos pertencentes a duas famílias (Apidae e Megachilidae) e cinco gêneros (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* e *Coelioxys*), totalizando seis espécies capturadas. As abelhas nidificaram nos três tipos de ninhos-armadilhas oferecidos. No entanto, houve preferência por determinados tipos de substratos ($\chi^2=17,89$; $p = 0,0001$), sendo os gomos de bambu os mais utilizados pelas espécies abelhas para a construção de seus ninhos ($p < 0,05$), correspondendo a 82% ($n=28$) do total utilizado. Esse tipo de ninho também foi ocupado por um maior número de abelhas ($\chi^2=7,16$, $p < 0,05$). De uma maneira geral, foi observado que as abelhas nidificaram em substratos com no máximo 1,3 cm de diâmetro, revelando uma maior preferência de nidificação em orifícios com diâmetros menores, no entanto, esta preferência variou conforme cada espécie. Os fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité mantêm abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, tornando-o, assim um importante ambiente na medida em que promove a conservação e manutenção desse grupo de espécies.

Palavras-chave: Apidae, Megachilidae, emergência, ninho-armadilha.

Community structure and preference of bees for substrates used for nesting in preexisting cavities in rainforest fragments of maciço de Baturité, Ceará, Brazil.

ABSTRACT - The aim of this study was at evaluating the structure of solitary bee communities that nest in pre-existing cavities and their preference for different substrates and diameters in Atlantic Forest fragments of Maciço de Baturité, Ceará. The samples were taken from September 2012 to November 2013 in four areas of Maciço de Baturité-CE region, through three types of trap-nests: buds of dried bamboo, cardboard tubes and rational boxes. Out of the total of 24 nests recorded with emergence of bees in the four areas studied, 131 individuals were sampled from two families (Apidae and Megachilidae) and five genera (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* and *Coelioxys*), totalizing six species caught. Bees nested in the three types of trap-nests offered. However, there was a preference for certain types of substrates ($\chi^2 = 17.89$; $p = 0.0001$), and the bamboo canes the most commonly used by bees to build their nests ($p < 0.05$), corresponding 82% ($n = 28$) out of total used. This kind of nest was also occupied by a larger number of bees ($\chi^2 = 7.16$, $p < 0.05$). As a general rule, it was observed that the bees nested on substrates with a maximum of 1.3 cm in diameter, revealing a stronger preference for nesting in holes with smaller diameters, however, this preference varied according to each species. The Atlantic Forest fragments of Maciço de Baturité keeps bees that nest in pre-existing cavities, making it an important region for promoting the conservation and maintenance this group of species.

Keywords: Apidae, Megachilidae, emergency, nest-trap

2.1. INTRODUÇÃO

A serra de Baturité, situada no estado do Ceará, concentra uma das últimas reservas de Mata Atlântica do Nordeste brasileiro, possuindo flora e fauna diversificada (SANTOS *et al.*, 2012), sendo considerada importante na manutenção da diversidade biológica, representando um verdadeiro banco genético da biodiversidade de plantas e animais da região (SEMACE, 1992).

Embora já se conheça algumas informações sobre os aspectos botânicos desta serra pouco se sabe sobre a fauna de abelhas desse local, principalmente, no que se refere as áreas mais altas e úmidas (WESTERKAMP *et al.*, 2006).

O primeiro levantamento sobre as espécies de abelhas na região do maciço de Baturité foi feito a mais de cem anos (entre os anos de 1906 e 1909) pelo pesquisador Adolpho Ducke. As coletas feitas por Ducke foram feitas de forma pontual, não sistemática, onde foram relatadas a existência de cerca de 90 espécies de abelhas pertencentes as famílias Apidae, Megachilidae, Halictidae, Andrenidae e Colletidae (DUCKE, 1907, 1908, 1910, 1911).

Westerkamp *et al.* (2006) abordaram a passagem desse pesquisador pela serra de Baturité e realizaram uma atualização dos nomes científicos dessas espécies de abelhas, acrescida de algumas observações casuais. No entanto, esses autores afirmam que o inventário de Ducke precisa de mais detalhamento, confirmação e ampliação desses dados e sugerem que nem todas as espécies de abelhas coletadas nessa área por esse pesquisador são encontradas atualmente.

Recentemente, outros estudos com abelhas foram realizados nessa região. Lima-Verde (2011) estudou a estrutura das comunidades de abelhas constantes das bordas de quatro fragmentos florestais do maciço de Baturité e amostrou um total de 3053 espécies e 113 espécies de abelhas pertencentes as famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae. Guimarães (2011) realizou um levantamento das espécies de abelhas Euglossinas que ocorrem em fragmentos de Mata Atlântica no maciço de Baturité e após 13 meses de coletas, amostrou 1012 machos de Euglossina, com 8 espécies capturadas.

Considerando as condições ambientais da serra de Baturité onde existe a ação do clima úmido à medida que as cotas altimétricas se elevam, possuindo temperaturas mais

baixas e umidades elevadas, espera-se que existam nessas áreas uma grande riqueza de espécies de abelhas solitárias, principalmente, nas áreas com cotas altimétricas acima de 600m.

O conhecimento sobre as espécies de abelhas solitárias nativas que vivem nesse local representa um passo importante para definir estratégias de conservação e manutenção da fauna destes insetos, bem como a utilização dessas abelhas em programas de polinização aplicada aos cultivos agrícolas e em serviços ambientais.

Dessa forma o objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura das comunidades de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes e sua preferência por diferentes tipos de substratos e diâmetros em fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité, Ceará.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. ÁREAS DE ESTUDO

2.2.1.1. Localização

O estudo foi conduzido em quatro áreas, sob o domínio de Mata Atlântica, localizadas na Área de Preservação Ambiental (APA) do maciço de Baturité – Ceará, no período de setembro de 2012 a novembro de 2013. Essas áreas foram denominadas de A1, A2, A3 e A4. Localmente são conhecidas como: A1 – Complexo Turístico Alto da Serra: localizada no município de Guaramiranga-CE, entre as coordenadas geográficas 4°15'28.1'' S e 38°55'39.8''W e 919 m de altitude; A2 – Pousada Café Brasil: localizada no município de Guaramiranga-CE, entre as coordenadas geográficas 4°15'20.7''S e 38°57'57.9''W e 888 m de altitude; A3 – Remanso Hotel da Serra: localizada no município de Guaramiranga-CE, entre as coordenadas geográficas 4°14'33.5''S e 38°55'41.9''W e 830 m de altitude e A4 – Chalé Nosso Sítio: localizada no município de Pacoti-CE, entre as coordenadas geográficas 4°13'24.6''S e 38°55'41.5''W e 760 m de altitude (Figura 1) (Figura 2).

Figura 1. Localização dos municípios estudados quanto à biologia de nidificação de abelhas solitárias no estado do Ceará. Na cor verde a região do maciço de Baturité, destacando os dois municípios (Guaramiranga e Pacoti).

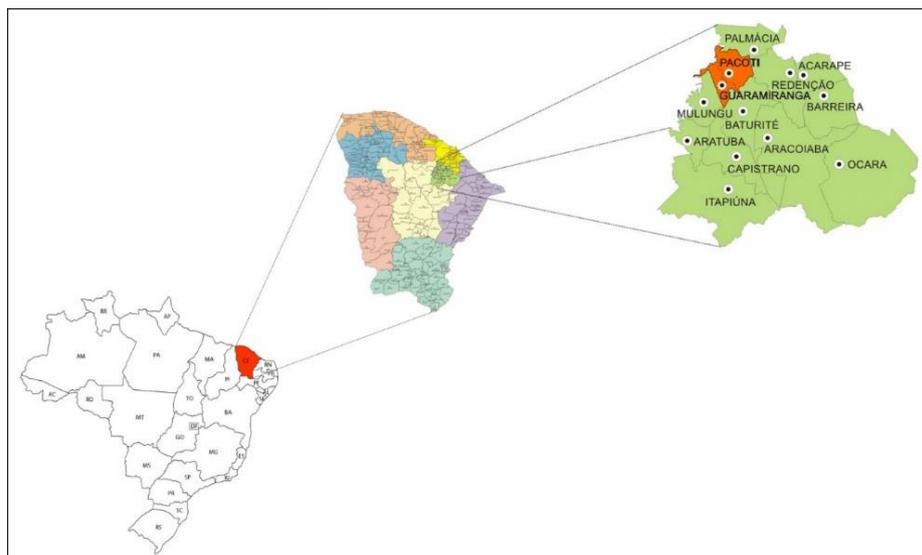
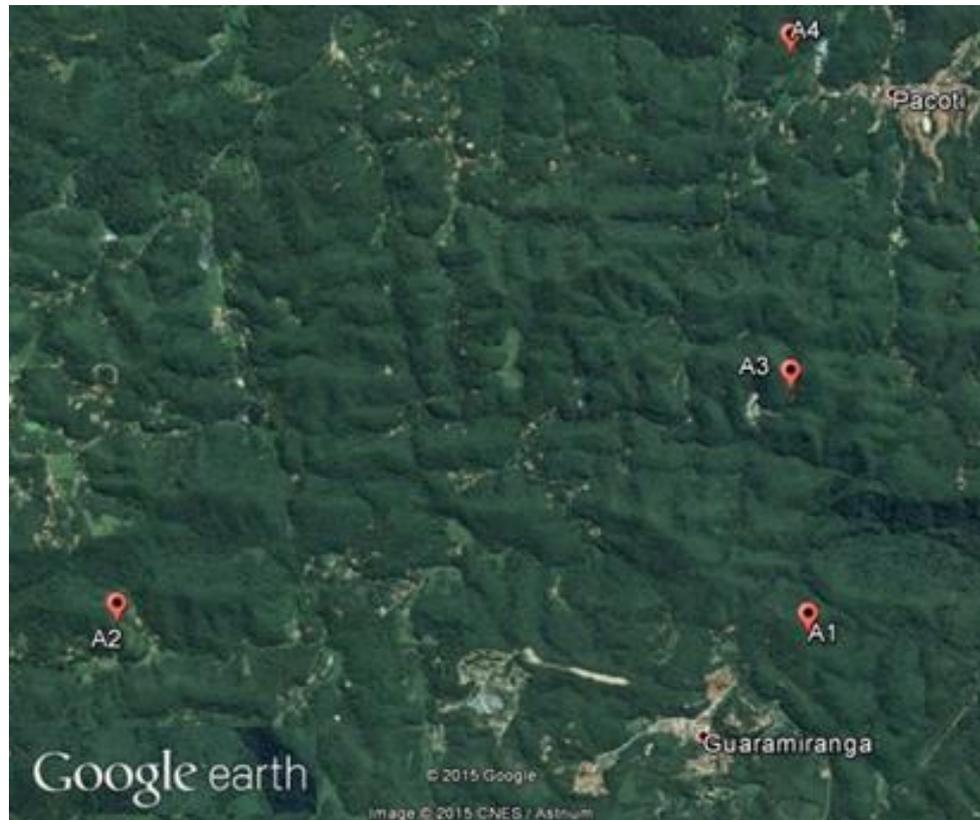


Figura 2. Imagem de satélite, com a localização das quatro áreas de estudo, situadas nos municípios de Guaramiranga e Pacoti, Ceará, Brasil.



2.2.1.2. Caracterização das áreas de estudo

O maciço de Baturité, também denominado de serra de Baturité, possui cerca de 55 km de extensão e largura média de 30 km, distando em torno de 100 km da cidade de Fortaleza – CE. Situa-se na porção nordeste do estado do Ceará entre as coordenadas 4° e 4°30' de latitude sul e 38°45' a 39°15' de longitude oeste. Apresenta altitudes que variam de 400 a mais de 1000 m, com pico máximo de 1.114 m (Pico Alto) (CEARÁ, 1997). Destaca-se das demais serras do estado do Ceará por ser uma das mais altas, úmida e de maior riqueza biológica, sendo considerada importante para a manutenção da diversidade vegetal e animal, representando, portanto, um verdadeiro banco genético de nossa biodiversidade (SEMACE,1992).

Esta área serrana concentra uma das últimas reservas de Mata Atlântica do Nordeste, possuindo flora e fauna diversificada, além de córregos e cachoeiras de águas cristalinas (SANTOS *et al.*, 2012). A vegetação que ocorre nas áreas estudadas é

classificada como Floresta Ombrófila Montana (Mata Úmida Serrana), a barlavento, com altitude acima de 600 m e por estar localizada em um maciço isolado formam verdadeiras ilhas de umidade que se destacam no meio das depressões semiáridas do domínio da Caatinga (FIGUEIREDO; BARBOZA, 1990; VELOSO *et al.*, 1991; FERNANDES, 1998).

O clima característico da serra de Baturité é do tipo AW', quente e úmido, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948). Entretanto existe uma notável variação do clima em função da atitude, onde há temperaturas mais baixas e umidades elevadas à medida que as cotas altimétricas se elevam, favorecendo, assim, a ação do clima úmido. Acima de 600 m, onde se localizam as áreas de estudo, as temperaturas médias anuais variam entre 19 a 22° C e o período mais chuvoso se concentra nos meses de março a abril, enquanto que nos meses de setembro a novembro existe menor ocorrência pluviométrica (SEMACE, 1992; CEARÁ, 1997; INMET, 2015).

2.2.2. AMOSTRAGEM DAS ABELHAS COM NINHOS-ARMADILHA

As espécies de abelhas foram amostradas através da utilização de ninhos-armadilha dispostos em estações de coleta, confeccionadas com caibros de madeira e cobertas com lona plástica. Os ninhos foram acondicionados em prateleiras de madeira fixadas ao caibro de sustentação da estação a uma distância de 1,3 m do solo (Figura 3). Todas as quatro áreas de estudo continham uma estação de coleta.

Para a instalação do experimento foram confeccionados três tipos de ninhos-armadilha, utilizando-se gomos de bambus secos, tubos confeccionados com cartolina preta e caixas racionais de madeira para abelhas solitárias. Cada gomo de bambu seco tinha uma extremidade aberta e a outra fechada pelo próprio nó, com comprimento de 20 cm e diâmetro da abertura variando de 0,5 cm a 3,0 cm, de acordo com a metodologia apresentada por Camillo *et al.* (1995). Esses gomos foram introduzidos em tijolos de construção civil, colocados horizontalmente na prateleira da estação, totalizando 18 unidades disponibilizadas em cada estação. Os tubos confeccionados com cartolina preta, tinham uma das extremidades fechadas com o mesmo material e foram inseridos em blocos de madeira. Em cada bloco foram feitos 6 furos de 1 cm e 6

furos de 2 cm, totalizando 12 orifícios por bloco em cada estação. Todos os tubos apresentavam comprimento de 20cm.

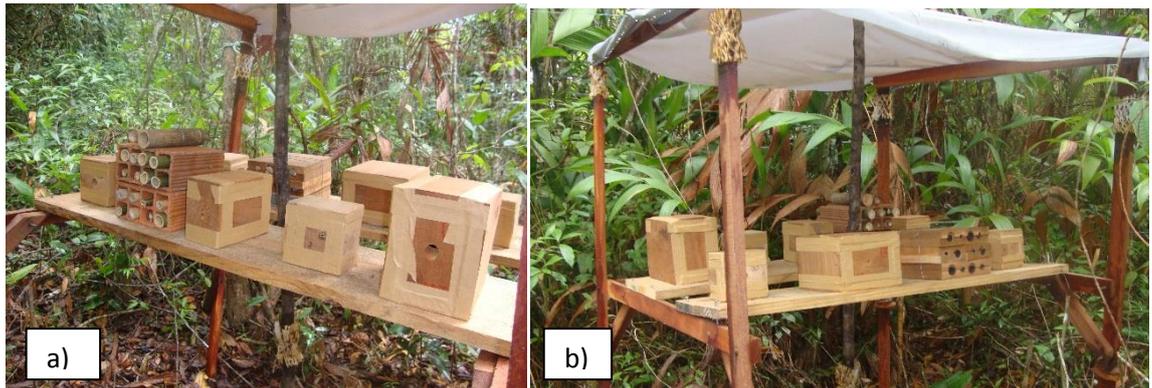
Figura 3. Vista de uma estação de coleta confeccionada com caibros de madeira e coberta por lona plástica com duas prateleiras onde foram dispostos os ninhos-armadilha. Maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



As caixas racionais de madeira para abelhas solitárias compunham quatro unidades com dimensões externas de 12 cm de altura x 12 cm de largura x 10 cm de comprimento; uma unidade com dimensões externas de 15 cm de altura x 20 cm de largura x 22 cm de comprimento; uma unidade com dimensões externas de 18 cm de altura x 14 cm de largura x 22 cm de comprimento e uma unidade com dimensões externas de 14 cm de altura x 9 cm de largura x 19 cm de comprimento. Os diâmetros de abertura das caixas eram de 1,0 cm e 2,0 cm e a espessura da madeira era de 1,0 cm

(Figura 4 - a e b). Todas as estações de coleta tinham a mesma quantidade de ninhos-armadilha.

Figura 4. a) Vista da parte frontal de uma estação de coleta, mostrando os gomos de bambus secos dispostos em tijolos e tipos diferentes de caixas racionais utilizadas como ninho-armadilha. b) Vista da parte posterior de uma estação de coleta mostrando os tubos confeccionados com cartolina preta em blocos de madeira e caixas racionais de madeira de diferentes dimensões. Maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



2.2.3. - COLETA DE DADOS

Os ninhos-armadilha foram vistoriados quinzenalmente com a finalidade de verificar a ocupação dos substratos. Os ninhos fundados em gomos de bambu e tubos de cartolina, quando ocupados e operculados, foram coletados, identificados e levados para o laboratório. Após serem retirados do campo eram substituídos por outros novos, de diâmetro semelhante, a fim manter sempre a mesma quantidade de ninhos na estação. Os ninhos que continham fêmeas em atividade (registro visual) ou que não estavam operculados foram deixados em seus respectivos lugares e coletados na vistoria posterior. No laboratório, as entradas de ambos os ninhos (bambus e tubos de cartolina) foram conectadas individualmente em garrafas plásticas transparentes do tipo PET, fechadas com fita adesiva, mantidos a temperatura ambiente e vistoriados diariamente até a emergência dos indivíduos (Figura 5). Conforme os indivíduos emergiam, permaneciam presos no interior da garrafa até o momento da coleta.

Figura 5. Gomos de bambu com as extremidades abertas (entradas dos ninhos) acopladas em garrafas plásticas transparentes do tipo PET e fechadas com fita adesiva.



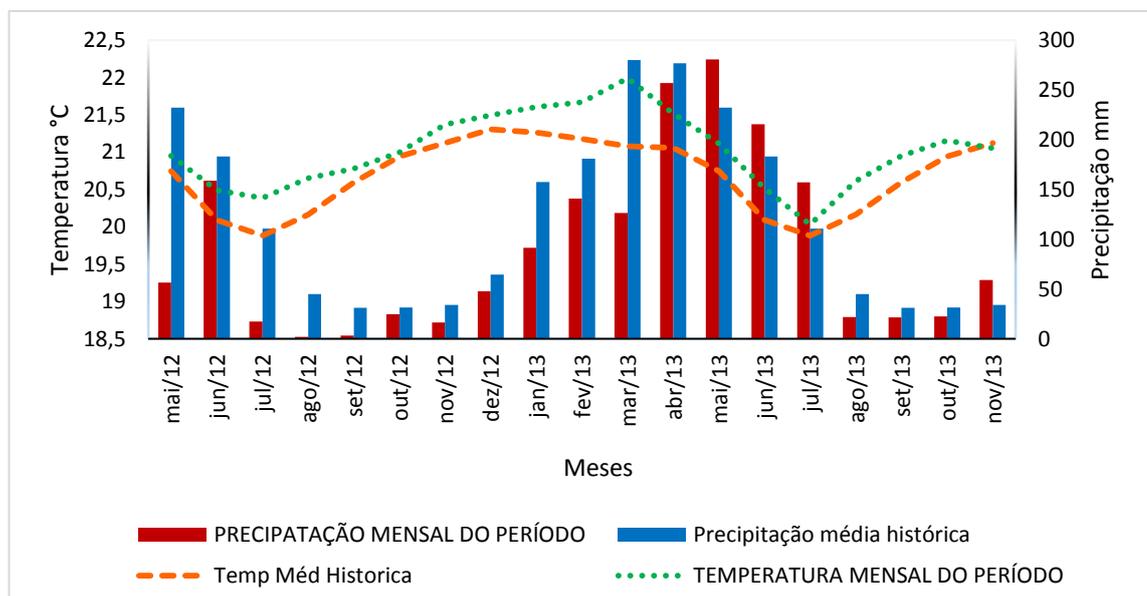
Os ninhos fundados em caixas racionais para abelhas solitárias foram acompanhados a cada quinze dias. À medida que foram concluídos, um tubo de ensaio foi colocado na entrada da caixa até os indivíduos começarem a emergir. Ao observar que haviam abelhas emergidas a caixa era levada ao laboratório, onde era diariamente acompanhada para observar a data de emergência dos indivíduos. As caixas retiradas da estação eram imediatamente substituídas por outras novas de mesma dimensão e diâmetro. Quando todos os indivíduos estavam emergidos a caixa era levada à estação de coleta novamente.

Todos os espécimes coletados foram sacrificados em câmara mortífera sob vapor de acetato de etila, montadas em alfinetes entomológicos, colocados em estufa a 40°C e devidamente etiquetados. A identificação taxonômica de todo o material, referente às abelhas, foi realizada pelo Técnico de laboratório José Carlos Serrano da Universidade de São Paulo.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação coletados durante o período de estudo, bem como o registro histórico dos valores de temperatura e pluviosidade anual dos últimos 30 anos (1983 – 2013) do município de Guaraminga (Figura 6) foram obtidos por meio do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015). De

acordo com os dados adquiridos, o estudo foi dividido em dois períodos: a estação chuvosa ou úmida (janeiro a julho), com temperatura média durante o estudo variando de 20 a 22 °C e precipitação total de 1268,4 mm e a estação seca (agosto a dezembro), com temperatura média durante o estudo variando de 20 a 21,5 °C e precipitação total de 142,6 mm.

Figura 6. Dados climáticos do maciço de Baturité obtidos no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 e registro histórico dos valores de temperatura e pluviosidade mensal dos últimos 30 anos registrados (1983 – 2013) para a estação Guarimiranga, situada no município de Guarimiranga, Ceará, Brasil (INMET,2015).



2.2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Foi utilizado Modelos Lineares Generalizados (MLG) ao nível de significância de 5% para verificar se as variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação) ou se as diferenças entre as áreas analisadas influenciaram a taxa de nidificação nos substratos preexistentes e o número de abelhas emergentes.

Para avaliar o grau de semelhança entre as áreas amostradas em termos de composição de espécie foi utilizada a análise de agrupamento (ou *cluster*), através da utilização do índice de similaridade de Morisita-Horn. O algoritmo utilizado para essa análise foi o UPGMA. Este índice considera tanto a composição como a abundância de

espécies (MAGURRAN, 2003). Esta análise foi realizada utilizando o programa computacional PAST versão 2.17 c (HAMMER *et al.*, 2001).

Para estimar a diversidade de espécies de abelhas que nidificaram nos ninhos-armadilha nas áreas de estudo amostradas foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon-Weaner (H'). Esse índice expressa a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies. Quanto maior o seu valor, maior será a diversidade da amostra (SHANNON; WEANER, 1949; MAGURRAN, 2003). 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 observadas

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: $p_i = n_i/N$

A uniformidade da distribuição de abundância dos indivíduos em cada área foi estimada através da utilização do 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:

J' = Índice de Equabilidade

H' = Índice de Shannon-Weaver

S = O número de espécies.

Para medir o grau de dominância das espécies nas áreas, foi utilizado o índice de Berger-Parcker, que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante em cada amostra (BERGER; PARCKER, 1970; MAGURRAN, 2003).

Este índice é dado pela fórmula:

$$d = N_{\max}/N$$

Onde:

d = Dominância das espécies

N_{\max} = número de indivíduos da espécie mais abundante

N = número total de espécimes na amostra total.

Para todas essas análises (Diversidade, Uniformidade e Dominância) foi utilizado o programa computacional PAST versão 2.17 c (HAMMER *et al.*, 2001).

Para verificar a existência de preferência na utilização dos substratos (gomos de bambu, tubos de cartolina e caixas racionais) e nos diâmetros dos bambus, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com posterior teste de hipótese de Mann-Whitney (ZAR, 1996).

2.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. COMPOSIÇÃO, DIVERSIDADE, EQUABILIDADE E DOMINÂNCIA DE ESPÉCIES ENTRE AS ÁREAS DE ESTUDO

Do total de 24 ninhos registrados com emergência de abelhas, nas quatro áreas estudadas, foram amostrados 131 indivíduos pertencentes a duas famílias (Apidae e Megachilidae) e cinco gêneros (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* e *Coelioxys*), totalizando seis espécies capturadas (Tabela 1).

A área A2 apresentou o maior número de espécies em relação às demais áreas, enquanto que A3 e A4 apresentaram menor número de espécies. Contudo, a comparação entre os índices mostrou que não houve uma área mais diversa que a outra ($p > 0,05$). As áreas A1 e A4 apresentaram os maiores valores de equabilidade, demonstrando que nesses locais a abundância de indivíduos está distribuída de forma mais uniforme entre as espécies do que nas áreas A2 e A3. O índice de dominância Berger-Parker (inverso a equabilidade de Pielou) também revelou menor homogeneidade nas abundâncias das espécies na área A3, seguida por A2, A4 e A1 (Tabela 1).

Tabela 1. Composição, número e abundância de espécies (fundadoras e cleptoparasitas) amostradas nas quatro áreas de estudo; Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Índice de Equabilidade de Pielou (J') e Dominância de Berger-Parker (d) das áreas de estudo no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013 no maco de Baturité, Ceará, Brasil.

Família / Espécies	A1	A2	A3	A4	Total
Apidae					
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	5	27	-	22	54
<i>Centris (Heterocentris)</i> sp.	3	-	7	7	17
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	-	1	1	-	2
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	16	-	-	16
Megachilidae					
<i>Megachile (Austromegachile)</i> aff. <i>susurrans</i> Haliday, 1836	5	11	-	-	16
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys)</i> sp.	6	2	5	13	26
Abundância de espécies	19 (14,5%)	57 (43,5%)	13 (9,9%)	42 (32,1%)	131
Número de espécies ocupantes	4	5	3	3	
Diversidade de Shannon (H')	1,06	1,18	0,90	1,00	
Equabilidade (J')	0,97	0,73	0,82	0,91	
Dominância de Berger-Parker (d)	0,43	0,52	0,54	0,52	

A diversidade de espécies coletadas foi similar entre as áreas e embora na área Café Brasil tenha sido observado uma maior riqueza e abundância de espécies a comparação entre os índices constatou que não houve uma área mais diversa que a outra. Provalmente porque essas áreas apresentam vegetação e condições climáticas semelhantes fazendo com que a fauna de abelha nesses locais também sejam semelhantes.

Avaliando-se as áreas amostradas observou-se que as localidades A2 e A4 tiveram o maior número de indivíduos emergidos, 43,5% e 32,1% respectivamente. A3 e A1, juntas, tiveram 24,4% do total de indivíduos emergidos.

Não foi observada a influência de fatores climáticos sobre o número de espécies de abelhas que fundaram ninho e nem sobre o número de abelhas que emergiram ($p > 0,05$ para todas as variáveis ambientais). Também não houve diferença significativa no número de espécies de abelhas que fundaram ninho ($p = 0,798$) e no número de abelhas que emergiram ($p = 0,059$) entre as áreas de estudo.

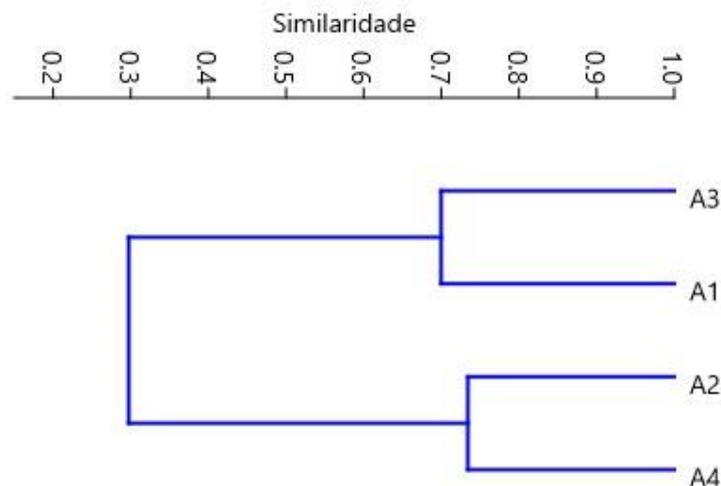
Nos fragmentos de Mata Atlântica do maciço de Baturité verificou-se que as abelhas demonstraram preferência pouco acentuada no processo de fundação de seus ninhos em ninhos-armadilha nas quatro áreas estudadas, apresentando baixa riqueza e abundância de espécies capturadas. De acordo com VIANA *et al.* (2001), uma característica das espécies de abelhas que nidificam em cavidades refere-se às flutuações nas frequências anuais dos indivíduos. Essas manifestações das populações de abelhas, por sua vez, podem estar relacionadas com a disponibilidade de recursos do ambiente e com os fatores climáticos. Em áreas fragmentadas, a menor riqueza e abundância de abelhas pode estar associada com a diminuição de fontes de alimento, bem como a falta de locais adequados para nidificação ou pelas restrições impostas pelas condições ambientais (YOUNG, 1982; MORATO; CAMPOS, 2000; TOMMASI *et al.*, 2004; PATRICIO *et al.*, 2014). Contudo, não foi encontrada influência dos fatores climáticos no presente trabalho, sugerindo que os demais fatores (alimento e locais de nidificação) são os mais prováveis responsáveis por essa menor diversidade de espécies. Uma vez que, a diversidade de espécies registradas ocupando cavidades artificiais em uma determinada área pode ser influenciada pelo número e a localização de sítios de amostragem (CAMILLO *et al.*, 1995; AGUIAR; MARTINS, 2002), pela variedade de ninhos naturais ofertada, pelo habitat, o que pode causar uma diminuição

na taxa de ocupação dos ninhos-armadilha que passam a não ser tão atrativos para essas espécies (VIANA *et al.*, 2001; POTTS *et al.*, 2005) e ainda pela distribuição vertical das espécies (SUTTON *et al.*, 1983; MORATO, 2001; PIRES *et al.*, 2012).

2.3.2 . SIMILARIDADE ENTRE ÁREAS

A similaridade entre as quatro áreas estudadas, analisadas através do índice de Morisita-Horn (Figura 7), indicou que houve uma maior semelhança na composição e abundância de espécies entre as áreas A2 e A4, as quais se assemelham em torno de 75%. A área A1 e A3 também são bastante semelhantes (com 70% de similaridade). No entanto, esses dois grupos de áreas semelhantes diferem entre si, em torno de 30%.

Figura 7. Similaridade (índice de Morisita-Horn) entre as áreas estudadas no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



A maior semelhança na composição e abundância de espécies entre as áreas A2 e A4 e entre as áreas A1 e A3 deve-se, provavelmente, ao efeito do tipo de vegetação, composição florística, aspectos climáticos e pressões antrópicas semelhantes nessas áreas. GATHMANN *et al.* (1994) ressaltaram que a diversidade e a abundância floral de fragmentos também devem ser levadas em conta, visto que uma área com alta diversidade de flores melitófilas pode propiciar uma maior diversidade e abundância de abelhas nos ninhos-armadilha.

2.3.3. PREFERÊNCIA POR SUBSTRATOS E DIÂMETROS

As abelhas nidificaram nos três tipos de ninhos-armadilhas oferecidos. No entanto, houve preferência por determinados tipos de substratos ($\chi^2 = 17,89$; $p = 0,0001$), sendo os gomos de bambu os mais utilizados pelas espécies de abelhas para a construção de seus ninhos ($p < 0,05$), correspondendo a 82% ($n=28$) do total utilizado. Esse tipo de ninho também foi ocupado por um maior número de abelhas ($\chi^2 = 7,16$, $p < 0,05$). Dos 28 ninhos fundados em gomos de bambu, ocorreu mortalidade total dos indivíduos antes de chegar na fase adulta em 35,7% ($n=10$) deles, não sendo possível conhecer a espécie fundadora. Os tubos feitos de cartolina tiveram menor ocupação, 12% ($n = 4$) do total de ninhos fundados. De todos os tipos de caixas racionais testados, as de dimensões externas: 12 cm de altura x 12 cm de largura x 10 cm de comprimento foram as únicas ocupadas pelas abelhas, e correspondeu a 6% ($n=2$) do total de ninhos utilizados (Tabela 2).

De uma maneira geral, foi observado que as abelhas nidificaram em substratos com no máximo 1,2 cm de diâmetro, revelando uma maior preferência de nidificação em orifícios com diâmetros menores, no entanto, esta preferência variou conforme cada espécie (Tabela 3). Em relação ao diâmetro dos tubos de cartolina, o único utilizado pelas fêmeas para a fundação de seus ninhos foi o de 1,0 cm. Já em relação aos diâmetros das caixas racionais utilizadas observou que as abelhas ocuparam tanto a caixa que tinha a entrada com diâmetro 1,0 cm, quanto a de 2,0 cm. Não houve diferença quanto à preferência por diâmetro do ninho construído entre gomos de bambu pelas abelhas nidificantes ($\chi^2 = 12,06$, $p = 0,098$) e pelas abelhas emergentes ($\chi^2 = 5,5$, $p = 0,482$).

As espécies *Centris (Heterocentris) sp.* e *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* nidificaram exclusivamente em gomos de bambu e preferiram os diâmetros médios de $0,97 \pm 0,16$ cm e $0,78 \pm 0,19$ cm, respectivamente. Enquanto que, *Centris (Hemisiella) tarsata* utilizou tanto gomos de bambu (com diâmetro médio de $0,8 \pm 0,08$ cm), quanto tubos de cartolina com orifícios de 1,0 cm para fundar seus ninhos (Tabela 3). *Euglossa pleosticta* foi a única espécie que nidificou exclusivamente em caixa racional e ocupou caixas com orifícios de 1,0 e 2,0 cm. Na caixa com entrada de 2,0 cm foi observado que esta espécie fechou toda a entrada com uma cortina de resina e deixou apenas uma abertura de cerca de 1,0 cm (Figura 8). Este comportamento pode está indicando que esta espécie prefere orifícios de menor diâmetro.

Tabela 2. Espécies de abelhas e ocupação de diferentes tipos de ninhos-armadilha (GB = Gomos de bambu; TC = Tubos de cartolina; CR = Caixa racional de madeira) nas quatro áreas estudadas, no período de setembro de 2012 a novembro de 2013, maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

Espécies	ÁREAS											
	A1			A2			A3			A4		
	GB	TC	CR	GB	TC	CR	GB	TC	CR	GB	TC	CR
	N (%)			N (%)			N (%)			N (%)		
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	-	-	-	2 (50%)	3 (100%)	-	-	-	-	3 (60%)	1 (100%)	-
<i>Centris (Heterocentris)</i> sp.	1 (50%)	-	-	-	-	-	3 (100%)	-	-	2 (40%)	-	-
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804*	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	-	-	-	-	2 (100%)	-	-	-	-	-	-
<i>Megachile (Austromegachile)</i> aff. <i>susurrans</i> Haliday, 1836	1 (50%)	-	-	2 (50%)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys)</i> sp.*	1	-	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-
Total de ninhos ocupados	2 (100%)	-	-	4 (100%)	3 (100%)	2 (100%)	3 (100%)	-	-	5 (100%)	1 (100%)	-
Total de espécies	2	-	-	2	1	1	3	-	-	2	1	-

*Espécies de abelhas cleptoparasitas, como não são fundadoras, não entram na porcentagem de preferência por substrato

Tabela 3. Espécies de abelhas e variação dos diâmetros dos gomos de bambu utilizados nas quatro áreas estudadas, no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

Espécies	Variação dos diâmetros dos gomos de bambu				
	ÁREA				
	A1	A2	A3	A4	média±DP
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	-	0,8 – 0,9	-	0,7 – 0,9	0,8 ± 0,08
<i>Centris (Heterocentris) sp.</i>	1,1	-	0,8 – 1,2	0,8 – 0,9	0,97 ± 0,16
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804*	-	-	0,85	-	0,85 ± 0
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	-	-	-	-
<i>Megachile (Austromegachile)</i> aff. <i>susurrans</i> Haliday, 1836	0,65	0,7 – 1,0	-	-	0,78 ± 0,19
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.*</i>	-	0,5	-	0,9	0,77 ± 0,23

*Espécies de abelhas cleptoparasitas

Figura 8. a) Fêmea de *Euglossa pleosticta* entrando no seu ninho fundado em caixa racional de madeira, dimensões 12 cm de altura x 12 cm de largura x 10 cm; b) cortina de resina feita no orifício da caixa racional de 2,0 cm; c) ninho de *Euglossa pleosticta* em caixa racional de madeira para abelha solitária.



Em relação as abelhas cleptoparasitas observou-se que *Mesocheira bicolor* preferiu hospedeiros que nidificaram tanto em gomos de bambu quanto em tubos de cartolina e *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* parasitou somente ninhos fundados em gomos de bambu. Todos os ninhos parasitados apresentaram diâmetro variando entre 0,5 a 0,9 cm de diâmetro. Nas caixas racionais não houve emergência de abelhas parasitas.

Com relação à preferência dos substratos pelas abelhas, alguns fatores podem ser determinantes para a utilização do ninho-armadilha, como por exemplo o diâmetro da cavidade (GARÓFALO, 2008). Os gomos de bambu foram os substratos preferidos pelas espécies de abelhas para a construção de seus ninhos, possivelmente, pela diversidade de diâmetros ofertados. A preferência dos gomos de bambu pela grande maioria das espécies ocorre devido às variações de diâmetro desse tipo de ninho-armadilha, de forma a preencher os requisitos de escolha dos orifícios pelas fêmeas de várias espécies (GARÓFALO, 2008). É mais provável que as espécies de abelhas prefiram cavidades onde haja um melhor ajuste do seu corpo e de suas células de cria, uma vez que diâmetros de orifícios muito grandes envolvem um maior gasto energético para preencher os espaços excedentes e acomodar as células (AGUIAR; MARTINS, 2002). Dessa forma, a escolha do diâmetro ideal da cavidade de nidificação das espécies que nidificaram exclusivamente em gomos de bambu provavelmente foi determinada pelo tamanho corporal da fêmea fundadora e pela forma como essas fêmeas utilizam materiais para a construção dos ninhos, como areia (MENDES; RÊGO, 2007; MESQUITA *et al.*, 2009) e folhas (CARDOSO; SILVEIRA, 2012; MARQUES; GAGLIANONE, 2013) que na maioria das vezes ocupam uma boa parte das cavidades dos ninhos.

A única espécie que nidificou em tubos de cartolina foi *Centris (Hemisiella) tarsata*. Esta espécie utilizou apenas os diâmetros de 1,0 cm. Provavelmente essa preferência se deu devido ao seu tamanho corporal o que faz com que seu sucesso reprodutivo esteja associado com cavidades com diâmetros variando entre 0,8 cm e 1,0 cm (AGUIAR; GARÓFALO, 2004). *Euglossa pleosticta* construiu seu ninho apenas em caixa racional para abelhas solitárias. No caso dessa espécie, a estrutura do ninho e a disposição das células de cria exigem um espaço maior do que os ofertados pelos ninhos-armadilhas feitos de bambu ou cartolina (GARÓFALO *et al.*, 1993; AUGUSTO; GARÓFALO, 2004). Alguns autores relatam que quando abelhas do gênero *Euglossa* nidificam em tubos de cartolina ou gomos de bambu elas também tem preferência por diâmetros maiores (CAMAROTTI, 2004; AGUIAR *et al.*, 2005).

2.4. CONCLUSÕES

A diferença na estrutura das comunidades nas quatro áreas estudadas com relação à fauna de abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha no maciço de Baturité destaca a importância de cada uma delas na medida em que promovem a conservação e manutenção de espécies distintas.

Euglossa pleosticta utilizou exclusivamente caixa racional para a construção de seus ninhos, enquanto que as demais espécies de abelhas preferiram gomos de bambu como substratos para a construção de seus ninhos, destacadamente aqueles com orifícios com diâmetros pequenos. Destacando a importância dos bambus como um material viável para criar e multiplicar importantes espécies de abelhas na região do maciço de Baturité.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** v.19, n.1, p. 101-116. 2002.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia** v.21, n.3, p. 477-486. 2004.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** v.22, p.1030-1038. 2005.

AUGUSTO, S. C.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi*Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** v.51, p. 400-409. 2004.

BERGER, W. H.; PARCKER, F. L. Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. **Science** v.168, n.3937, p. 1345-1347. 1970.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C. A., SERRANO, J. C.; MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera: Apocrita: Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia** v.39, n.2, p. 459-470. 1995.

CARDOSO, C. F., SILVEIRA, F. A. Nesting biology of two species of *Megachile* (*Moureapis*) (Hymenoptera: Megachilidae) in a semideciduous forest reserve in southeastern Brazil. **Apidologie**, v.43, p.71–81. 2012.

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

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

DUCKE, A. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérogique 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.

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, Série B (747): 1-13. Mossoró. 1990.

GARÓFALO, C. A., E. CAMILLO, J. C. SERRANO; REBÊLO, J. M. M. Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia** v.53, p.177-187. 1993.

GARÓFALO, C. A. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Anais do VIII Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, p 208-217. 2008.

GATHMANN, A., GREILER, H. J.; TSCHARNTKE, T. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: Succession and body size, management by cutting and sowing. **Oecologia** v.98, n.1, p.8-14. 1994.

GUIMARÃES, M. O. **Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica e Mata Litorânea no Estado do Ceará**, Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. 80p. 2011.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analyses**. *Paleontologia eletrônica* 4. 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados históricos: **Banco de Dados Meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/bdmep>. Acesso 15.02.2015. 2015.

LIMA-VERDE, L. W. **Recursos melissofaunísticos do maciço de Baturité, Ceará, Brasil – Diversidade e potencialidade zootécnica**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. 215p. 2011.

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

MARQUES, M. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia de nidificação e variação altitudinal na abundância de megachile (melanosarus) nigripennis spinola (hymenoptera, megachilidae) em um inselbergue na mata atlântica, rio de janeiro. **Bioscience Journal** v.29, p.198-208. 2013.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** v.51, p.382–388. 2007.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal** v.25, n.5, p. 124-132. 2009.

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

MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia** v.18, n.3, p.737-747. 2001.

PATRICIO, R. S.; PEREIRA, A. S ; ELIAS, S. G ; FURLANETTO, C. B ; CASCAES, M.F. ; VINHOLES, A. R ; ROSADO, J. L. O ; HARTE-MARQUES, B. Apifauna (Hymenoptera: Apidae) em área de restinga no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente** v.21, p.248-269. 2014.

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

PIRES, E. P.; POMPEU, D. C.; SOUZA-SILVA, M. Nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) na Reserva Biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. **Bioscience Journal** v.28, n.2, p.302-311. 2012.

POTTS, S. G.; VULLIAMY, B.; ROBERTS, S.; O'TOOLE, C.; DAFNI, A.; NE'EMAN, G.; WILLMER, P. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. **Ecological Entomology** v.30, n.1, p. 78–85. 2005.

SANTOS, F. L. A.; MEDEIROS, E. M.; SOUZA, M. J. N. Contexto Hidroclimático do Enclave Úmido do Maciço de Baturité: Potencialidades e Limitações ao Uso e Ocupação da Terra. **Revista GeoNorte** v.2, n.5, p.1056-1065. 2012.

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.

SUTTON, S. L.; ASH, C. P. J.; GRUNDY, A. The vertical distribution of flying insects in lowland rain-forests of Panamá, Papua New Guinea and Brunei. **Zoological Journal of the Linnean Society** v.78, n.3, p.287-297. 1983.

TOMMASI, D., MIRO, A.; HIGO, H. A.; WINSTON, M. L. Bee diversity and abundance in an urban setting. **Canadian Entomologist** v.136, n.6, p.851–869. 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J.C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 124p. 1991.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology** v.30, n.2, p.245-251. 2001.

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. 2006.

YOUNG, A. M. **Population biology of tropical insects**. Plenum Press, New York. 511p. 1982.

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

CAPÍTULO III

**Aspectos da biologia de nidificação de abelhas solitárias em ninhos-
armadilhas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil**

Aspectos da biologia de nidificação de abelhas solitárias em ninhos-armadilhas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil

RESUMO - O objetivo deste estudo foi verificar a ocupação e emergência de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha, bem como avaliar aspectos sobre a estrutura dos ninhos, razão sexual, mortalidade e a presença de inimigos naturais dessas espécies, em quatro áreas da região do maciço de Baturité - Ceará, visando sua utilização em programas de manejo de polinização. As amostragens foram realizadas utilizando três tipos de ninhos-armadilha: gomos de bambu secos, tubos de cartolina e caixas racionais para abelhas solitárias. Nas quatro áreas estudadas foram ocupados pelas abelhas 34 ninhos artificiais, do total de 185 oferecidos mensalmente. Deste total de ninhos, em 24 (70,6%) foram registradas emergências de indivíduos. No restante dos ninhos (29,4%) houve mortalidade dos ocupantes. Seis espécies de abelhas, distribuídas em cinco gêneros (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* e *Coelioxys*) e duas famílias (Apidae e Megachilidae) ocuparam 34 ninhos-armadilha. Do total de ninhos registrados com emergência foram obtidos 139 indivíduos, sendo 131 abelhas (28 abelhas cleptoparasitas) e 8 coleópteros. As emergências das abelhas iniciaram logo no segundo mês após a instalação das armadilhas e foram mais intensas entre outubro de 2012 e janeiro de 2013. Não houve associação significativa entre a emergência das abelhas e os valores mensais médios de temperatura e umidade ($p > 0,05$). Nos 34 ninhos de abelhas obtidos, foram construídas 162 células de cria e o número de células por ninho-armadilha variou de 1 a 13 células de cria e o comprimento desses ninhos variou de 2,4 a 14 cm. Treze ninhos foram parasitados por himenópteros (Apidae e Megachilidae) e coleópteros (Meloidae), resultando em uma taxa de parasitismo de 38,2 % do total de ninhos fundados. Além disto, ocorreu mortalidade por causas desconhecidas em 29,4 % ($n= 10$) dos indivíduos, antes de chegar na fase adulta. Apesar dos poucos ninhos fundados e das poucas espécies amostradas, esse trabalho contribuiu com um conhecimento inédito sobre as espécies que utilizam cavidades preexistentes no maciço de Baturité, podendo ainda auxiliar na manutenção e conservação dessa área serrana, bem como ser útil para serviços de polinização de plantas nativas e agrícolas locais.

Palavras-chave: emergência, estrutura dos ninhos, mortalidade, razão sexual.

Nesting biology aspects of solitary bees in trap-nests in the maciço de Baturité, Ceará, Brazil

ABSTRACT - The aim of this study was at investigating the occupation and emergency of bees that nest in trap-nests and to assess aspects of the structure of such nests, sex ratio, mortality and the presence of natural enemies of these species, in four areas of the region of Maciço de Baturité - Ceará, aiming their use into pollination management programs. The samples were taken using three types of trap-nests: buds of dried bamboo, cardboard tubes and rational boxes. In the four studied sites which occupied by bees 34 artificial nests of a total of 185 offered monthly. Of of these total, 24 (70.6%) individuals emerged. In the rest of the nests (29.4%) the occupants were dead. Six species of bees, distributed in five genera (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* and *Coelioxys*) and two families (Apidae and Megachilidae) occupied 34 nests-trap. Out of the total of nests recorded with emergency it was obtained 139 individuals, being 131 bees (28 cleptoparasitic bees) and 8 coleopterans. The emergencies of bees just started in the second month after the installation of the traps and they were more intense between October 2012 and January 2013. There was no significant association between the emergence of the bees and the average monthly values of temperature and humidity ($p > 0.05$). In 34 of bees nests obtained, it was constructed 162 brood cells and the number of cells per nest-trap varied from 1 to 13 brood cells and length of these nests varied from 2,4 to 14 cm. Thirteen nests were parasitized by hymenopterans (Apidae and Megachilidae) and coleopterans (Meloidae), resulting in a parasitism rate of 38.2% of nests foundations. In addition, mortality occurred from unknown causes in 29.4% ($n = 10$) of individuals before reaching adult stage. Spite of few nests foundations and the few species sampled, this work contributed to an unprecedented knowledge about the species that use pre-existing cavities in the Maciço de Baturité that may contribute to assist in the maintenance and conservation of this mountainous area and can be useful for pollination services of native and agricultural plants.

Keywords: emergency, structure of nests, mortality, sex ratio

3.1. INTRODUÇÃO

As abelhas constituem um grupo importante e diversificado nas comunidades de diversos biomas, sendo consideradas sensíveis indicadores biológicos da qualidade e conservação dos habitats (TSCHARNTKE *et al.*, 1998). Particularmente em relação às abelhas sabe-se que elas são consideradas os principais polinizadores bióticos da natureza, possuindo um papel importante na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas como também para a polinização de culturas agrícolas (RICKETTS *et al.*, 2008; POTTS *et al.*, 2010; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Isso devido a dependência que estas possuem em relação às flores para a obtenção de alimentos utilizados para sua própria sobrevivência e de sua prole (MORATO; CAMPOS, 2000; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; ALEIXO *et al.*, 2014).

Dada a importância das abelhas para ambientes naturais e agrícolas surge a necessidade de conservação de suas espécies. Neste sentido, o conhecimento dos hábitos de nidificação dessas espécies solitárias, tais como os substratos utilizados e atributos dos ninhos, podem ser importantes para guiar novas práticas de manejo. Embora a maioria das espécies de abelhas seja solitária e desempenhe papéis importantes dentro dos ecossistemas, a maior parte dos estudos é direcionada às espécies sociais (LASALLE; GAULD, 1993; SCHÜEPP *et al.*, 2011; GARÓFALO *et al.*, 2012).

Essa carência de conhecimentos bionômicos decorre pelo fato dessas espécies apresentarem populações esparsas em razão da disponibilidade de substratos (DANKS, 1971) e, principalmente, pela dificuldade em se localizar e ter acesso aos ninhos desses insetos (JAYASINGH; FREEMAN, 1980), que possuem hábito de nidificar em locais como solo, troncos, tocos, galhos ou ramos de árvores e que algumas vezes preferem fundar seus ninhos em cavidades preexistentes (KROMBEIN, 1967).

O comportamento de fundação de ninhos em cavidades preexistentes faz com que fêmeas dessas espécies sejam atraídas a ocupar cavidades artificiais oferecidas pelo homem, denominadas de ninhos-armadilha (KROMBEIN, 1967; GARÓFALO *et al.*, 2012). Através da utilização dessas cavidades artificiais, os ninhos podem ser detalhadamente observados e estudados tanto no campo, quanto em laboratório (ASSIS; CAMILO, 1997), sendo possível obter informações sobre a diversidade e abundância

das espécies solitárias nidificantes, mortalidade dos imaturos, razão sexual dos emergentes, comportamento de nidificação, arquitetura e materiais utilizados na construção dos ninhos, recursos fornecidos para as larvas e ocorrência de parasitas, predadores e patógenos (GARÓFALO *et al.*, 1993; MORATO, 2000; GAZOLA; GARÓFALO, 2003; ALVES-DOS-SANTOS, 2003; COUTO; CAMILLO, 2007; MENDES; RÊGO, 2007; GARÓFALO, 2008; MESQUITA *et al.*, 2009; DÓREA *et al.*, 2010; MENEZES, 2011).

No Brasil, resultados de vários estudos mostram que algumas das espécies de abelhas solitárias que ocupam ninho-armadilha poderão vir a ser manejadas e potencialmente utilizadas em programas de polinização (FREITAS; PAXTON, 1998; FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2003; OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES; FREITAS, 2013). Entretanto, muitas pesquisas ainda são necessárias para que essas abelhas sejam utilizadas em escala comercial. Assim, a possibilidade de se obter ninhos destas espécies artificialmente e estudar os aspectos da sua biologia é o primeiro passo para que a criação destes insetos em larga escala seja viabilizada (CORDEIRO, 2009; GARÓFALO *et al.*, 2012).

Devido a carência de informações sobre o conhecimento bionômico dessas espécies, principalmente no estado do Ceará, onde as pesquisas sobre a biologia de nidificação desses animais em cavidades preexistentes ofertadas pelo homem são escassas, pretende-se com este estudo responder algumas perguntas, como: Qual a riqueza e abundância das espécies de abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilhas no maciço de Baturité? Quais as espécies de inimigos naturais e sua ocorrência nos locais estudados? Quais os materiais utilizados para a construção dos ninhos dessas espécies de abelhas? As informações obtidas poderão ser úteis para auxiliar na criação de espécies de abelhas solitárias visando a utilização em projetos polinização aplicada a culturas agrícolas.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar a ocupação e emergência de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha, bem como avaliar aspectos sobre a estrutura dos ninhos, razão sexual, mortalidade e a presença de inimigos naturais dessas espécies, na região do maciço de Baturité - Ceará, visando sua utilização em programas de manejo de polinização.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na Área de Preservação Ambiental (APA) do maciço de Baturité – Ceará, também conhecido como serra de Baturité. Esta serra destaca-se das demais do estado do Ceará por ser uma das mais altas, úmida e de maior riqueza biológica (SEMACE, 1992). O clima local, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), é do tipo AW', sendo quente e úmido e o período mais chuvoso compreende os meses de março a abril, enquanto que nos meses de setembro a novembro existe menor precipitação (SEMACE, 1992; INMET, 2015). A vegetação que ocorre nas áreas estudadas é classificada como Floresta Ombrófila Montana (resquícios de Mata Atlântica), situada na vertente a barlavento, em altitudes acima de 600 m. Essas áreas estão localizadas em um maciço isolado formando verdadeiras ilhas de umidade que se destacam no meio das depressões semiáridas do domínio da caatinga (FIGUEIREDO; BARBOZA, 1990; VELOSO *et al.*, 1991; FERNANDES, 1998).

As amostragens foram realizadas no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 em quatro áreas deste maciço, estando três delas localizadas no município de Guaramiranga-CE, sendo elas: A1 no Complexo Turístico Alto da Serra (4° 15' 28.1'' S e 38° 55' 39.8'' W e 919 m de altitude); A2 na Pousada Café Brasil (4° 15' 20.7'' S e 38° 57' 57.9'' W e 888 m de altitude) e A3 no Remanso Hotel da Serra (4° 14' 33.5'' S e 38° 55' 41.9'' W e 830 m de altitude). A área no Chalé Nosso Sítio (4° 13' 24.6'' S e 38° 55' 41.5'' W e 760 m de altitude) está localizada no município de Pacoti-CE.

3.2.2. AMOSTRAGEM DAS ABELHAS COM NINHOS-ARMADILHAS

Para a amostragem das abelhas foram confeccionados três tipos de ninhos armadilhas: (1) gomos de bambu secos abertos em uma extremidade e fechados na outra pelo próprio nó, com comprimento de aproximadamente 20 cm e diâmetro da abertura variando de 0,5 cm a 3,0 cm, segundo metodologia apresentada por Camillo *et al.* (1995). Esses gomos foram introduzidos em tijolos de construção civil, colocados horizontalmente na prateleira da estação, totalizando 18 unidades disponibilizadas em

cada estação; (2) tubos confeccionados com cartolina preta, medindo 20 cm comprimento, fechados em uma das extremidades com o mesmo material e inseridos em blocos de madeira, com 6 furos de 1 cm e 6 furos de 2 cm, totalizando 12 orifícios por bloco em cada estação; (3) caixas racionais de madeira sendo, quatro com dimensões externas de 12 cm de altura x 12 cm de largura x 10 cm de comprimento; uma caixa com dimensões externas de 15 cm de altura x 20 cm de largura x 22 cm de comprimento; uma caixa com dimensões externas de 18 cm de altura x 14 cm de largura x 22 cm de comprimento e uma caixa com dimensões externas de 14 cm de altura x 9 cm de largura x 19 cm de comprimento. Os diâmetros de abertura das caixas eram de 1cm e 2cm e a espessura da madeira era de 1,0 cm. Todos os ninhos foram dispostos em estações de coleta, confeccionadas com caibros de madeira, cobertas por lona plástica e acondicionadas em prateleiras de madeira fixadas ao caibro de sustentação da estação a uma distância de 1,3 m do solo. Todas as quatro áreas de estudo continham uma estação de coleta e a mesma quantidade de ninhos-armadilhas.

As inspeções para verificação da ocupação dos substratos foram realizadas quinzenalmente. Os ninhos-armadilha fundados em gomos de bambu e tubos de cartolina quando ocupados e concluídos eram coletados, identificados e levados para o laboratório. Após serem retirados do campo estes eram substituídos por outros novos, de diâmetro semelhante, a fim manter sempre a mesma quantidade de ninhos na estação. Os ninhos que continham fêmeas em atividade (registro visual) ou que não estavam operculados foram deixados em seus respectivos lugares e coletados na vistoria posterior. No laboratório, as entradas de ambos os ninhos foram acopladas individualmente a entrada de garrafas plásticas transparentes do tipo PET, fechadas com fita adesiva, mantidos a temperatura ambiente e vistoriados diariamente até a emergência dos indivíduos. Conforme os indivíduos emergiam, permaneciam presos no interior da garrafa até o momento da coleta.

Os ninhos fundados em caixas racionais foram acompanhados a cada quinze dias. A medida que foram concluídos, um tubo de ensaio foi colocado na entrada da caixa até os indivíduos começarem a emergir. Ao observar que haviam abelhas emergidas a caixa era levada ao laboratório, onde era diariamente acompanhada para observar o dia de emergência dos indivíduos. As caixas retiradas da estação eram imediatamente substituídas por outras novas de mesmo diâmetro e dimensão. Quando

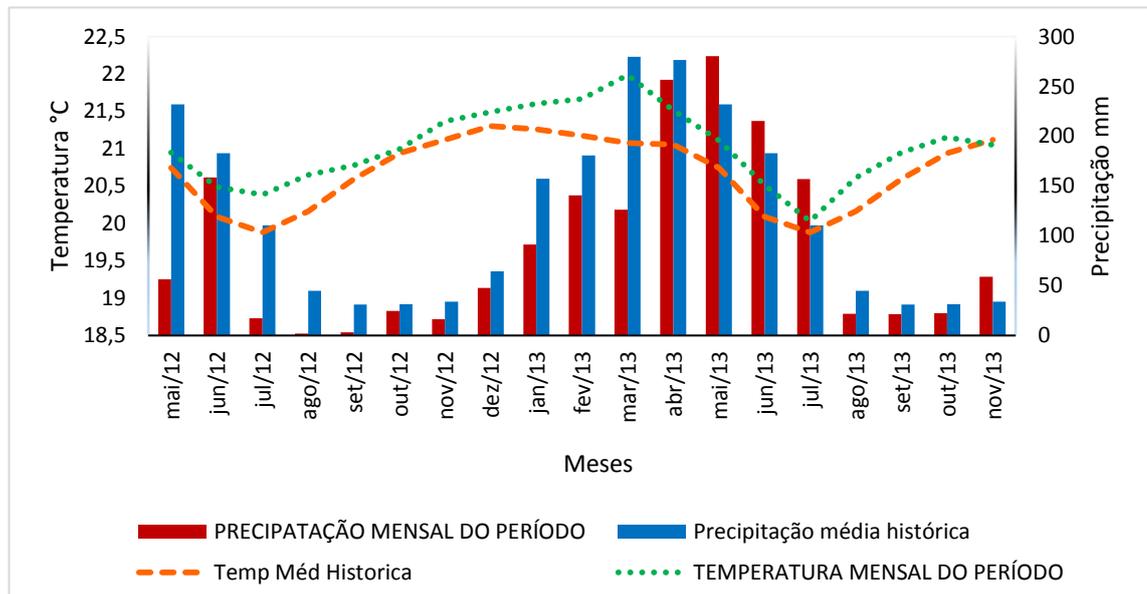
todos os indivíduos estavam emergidos a caixa era levada à estação de coleta novamente.

Todos os espécimes coletados foram sacrificados em câmara mortífera sob vapor de acetato de etila, montadas em alfinetes entomológicos, colocados em estufa a 40°C e devidamente etiquetados. A identificação taxonômica de todo o material, referente as abelhas, foi realizada pelo Técnico de laboratório José Carlos Serrano da Universidade de São Paulo.

Após a emergência dos indivíduos, os ninhos-armadilha foram abertos, fotografados e descritos com relação ao número de células de cria, comprimento do ninho construído, diâmetro do ninho-armadilha utilizado, materiais utilizados na construção dos ninhos (areia, folhas vegetais ou resina), número de células e registro de mortalidade. Os ninhos sem emergências foram também abertos e analisados quanto aos aspectos anteriormente citados. Os dados de ataque por inimigos naturais foram obtidos por meio da emergência de parasitas dos ninhos.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação coletados durante o período de estudo, bem como o registro histórico dos valores temperatura e pluviosidade anual dos últimos 30 anos (1983 – 2013) do município de Guaraminga (Figura 9) foram obtidos por meio do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015). De acordo com os dados adquiridos, o estudo foi dividido em dois períodos: a estação chuvosa ou úmida (janeiro a julho), com temperatura média durante o estudo variando de 20 a 22 °C e precipitação total de 1268,4 mm e a estação seca (agosto a dezembro), com temperatura média durante o estudo variando de 20 a 21,5°C e precipitação total de 142,6 mm.

Figura 9. Dados climáticos do maciço de Baturité obtidos no período de setembro de 2012 a novembro de 2013 e registro histórico dos valores de pluviosidade mensal e temperatura dos últimos 30 anos registrados (1983 – 2013) para a estação Guaramiranga, situada no município de Guaramiranga, Ceará, Brasil (INMET,2015).



3.2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para a avaliação da ocupação dos ninhos-armadilha nas áreas de estudo, os dados foram dispostos na forma de tabela, mostrando a quantidade de ninhos de cada espécie em cada uma das áreas estudadas e a frequência relativa de cada espécie.

A representação da frequência relativa na distribuição dos ninhos das espécies foi determinada pelo número de ninhos de uma determinada espécie em relação ao número total de ninhos construídos por espécies fundadoras. Representada pela fórmula:

$$f = (n_i / N) \times 100$$

Onde:

f = frequência relativa

n_i = número de ninhos fundados de uma dada espécie;

N = número total de ninhos construídos por espécies fundadoras.

Os dados de tempo de emergência e tamanho do ninho foram apresentados na forma de tabela através de média e desvio padrão. Para testar se a razão sexual foi

significativamente diferente de um macho para cada fêmea (1:1) foi aplicado o teste do Qui-quadrado (χ^2) (ZAR, 1996). A taxa de parasitismo foi calculada pela razão: (Total de ninhos fundados por abelhas / Total de ninhos parasitados) x 100. Para avaliar se os parâmetros populacionais (ocupação dos ninhos-armadilha, emergência, tempo de emergência, tamanho do ninho, mortalidade e parasitismo) diferem entre períodos chuvoso e seco foi utilizado o Teste de Mann-Whitney (U) (ZAR, 1996). Para avaliar se houve associação significativa entre estes mesmos parâmetros populacionais e as variáveis ambientais foi utilizada a correlação de Spearman (Rs). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional PAST versão 2.17 c (HAMMER *et al.*, 2001).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. OCUPAÇÃO DOS NINHOS-ARMADILHA NAS ÁREAS DE ESTUDO

Nas quatro áreas estudadas foram ocupados pelas abelhas 34 ninhos artificiais, do total de 185 oferecidos mensalmente. Deste total de ninhos, em 24 (70,6%) foram registradas emergências de indivíduos. No restante dos ninhos (29,4%) houve mortalidade dos ocupantes.

Foram amostradas seis espécies de abelhas nidificantes, distribuídas em cinco gêneros (*Centris*, *Mesocheira*, *Euglossa*, *Megachile* e *Coelioxys*) e duas famílias (Apidae e Megachilidae). A Tabela 4 apresenta a lista das espécies ocupantes (fundadoras e parasitas) nas cinco localidades estudadas.

Tabela 4. Espécies de abelhas e besouro (Coleoptera), número de ninhos e frequência de indivíduos observados nas quatro áreas de estudo, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

Família / Espécie	A1	A2	A3	A4	Total	Frequência (%)
Número de ninhos						
Apidae						
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	-	5	-	4	9	45,0
<i>Centris (Heterocentris)</i> sp.	1	-	3	2	6	30,0
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	-	*	*	-	*	-
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	2	-	-	2	10,0
Megachilidae						
<i>Megachile (Austromegachile)</i> aff. <i>susurrans</i> Haliday, 1836	1	2	-	-	3	15,0
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys)</i> sp.	*	*	*	*	*	-
Meloidae (Coleoptera)						
<i>Tetraonyx</i> sp.	-	*	-	*		
Total de espécies ocupantes (abelhas)	3	5	3	3		

* Espécies parasitas, como não são fundadoras, não entram na porcentagem de número de ninhos fundados.

O padrão de ocupação dos ninhos-armadilha fundados pelas abelhas neste estudo foi caracterizado pela ocorrência de poucas espécies nidificantes e poucos ninhos construídos. A baixa taxa de nidificação das abelhas em cavidades preexistentes no maciço de Baturité pode está associada, entre outros fatores, com as variáveis

ambientais ocorridas durante o período de estudo, visto que, no ano de 2012 o período chuvoso foi totalmente atípico e apresentou a menor precipitação dos últimos 30 anos registrados (940,8mm), com média mensal de 78,4 mm. Já o ano de 2013 foi caracterizado por chuvas fortes, totalizando uma precipitação anual de 1408,1 mm, com média mensal de 117,3 mm (Figura 9). A ocorrência de um período mais seco prolongado seguido de chuvas intensas pode ter prejudicado bastante a atividade de fundação de ninhos nas áreas estudadas. De acordo com Linsley (1958), fatores climáticos extremos como a ocorrência de poucas chuvas ou chuvas acima da média podem afetar diretamente a disponibilidade de recursos para a construção e manutenção dos ninhos, afetando conseqüentemente, a abundância de abelhas. A ocorrência de poucas chuvas pode ocasionar escassez de recursos alimentares podendo impedir o retorno dos ciclos reprodutivos das abelhas. Enquanto que chuvas fortes e frequentes podem interromper as atividades de nidificação das abelhas solitárias ocasionando a destruição de seus ninhos, sendo considerada, dessa forma, um dos principais fatores abióticos que controla os padrões de distribuição das espécies de abelhas e seus ciclos de abundância e escassez (LINSLEY, 1958; GONÇALVES; ZANELLA, 2003).

Os altos valores de umidade ocasionados pela abundância de pluviosidade, principalmente no ano de 2013, também podem ter contribuído para a baixa frequência de nidificação nesse estudo, uma vez que contribuiu para que os ninhos estivessem frequentemente úmidos ou até mesmo molhados, apesar de todo o cuidado com a cobertura dos ninhos-armadilha e troca de substratos úmidos ou molhados, dificultando assim a postura das abelhas que necessitam de abrigos secos para a deposição de seus ovos (Figura 10).

Além disso, a elevada umidade proporcionou condições ideais para a proliferação de fungos e acomodação de pequenos roedores, anfíbios, aracnídeos, coleópteros, baratas, formigas e cupins nos ninhos armadilhas, impedindo dessa forma, que as abelhas pudessem nidificar nos locais oferecidos (Figura 11). Foram realizadas práticas constantes para evitar a acomodação de inimigos naturais nas armadilhas, como: colocar graxas nos caibros de sustentação das estações de coleta e cortar galhos de plantas que poderiam servir de trilha para esses inimigos chegarem até os ninhos, no entanto, esses cuidados não foram suficientes para impedir que muitos deles chegassem a ocupar os ninhos.

Figura 10. Ninhos-armadilhas molhados após abundância de precipitação em uma das áreas estudadas no ano de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



Figura 11. Inimigos naturais ocupando os ninhos-armadilhas disponibilizados para as abelhas. a) Formigas; b) Pequenos roedores; c) Diversidade de insetos; d) Aracnídeos e anfíbios e) Fungo; f) Cupins

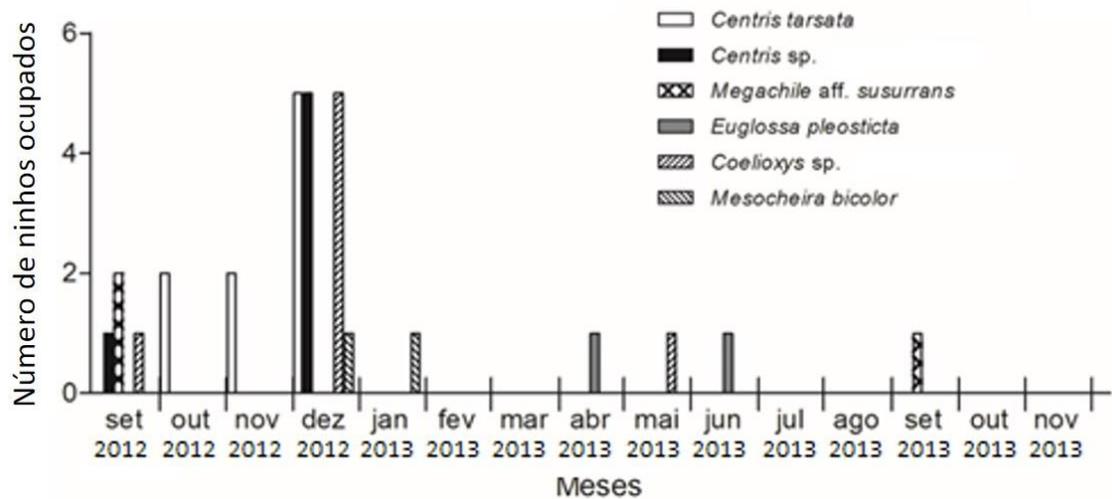


Mendes e Rêgo (2007) e Menezes (2011) estudando a nidificação de abelhas solitárias em ninhos-armadilha também observaram que a umidade elevada no interior da área de estudo proporciona condições favoráveis para a proliferação de inimigos naturais nas armadilhas acarretando em baixa frequência de nidificação nas cavidades artificiais oferecidas. Também é necessário considerar que baixos valores de temperatura e altos valores de umidade podem exercer influência negativa na atividade desses indivíduos, já que os mesmos possuem baixa capacidade termorregulatória (EICKWORT; GINSEMBERG, 1980; SILVA *et al.*, 2011).

Das espécies consideradas fundadoras, *Centris (Hemisiella) tarsata* foi a espécie mais frequentemente observada ocupando 45,0% dos ninhos-armadilha utilizados nas áreas estudadas, seguida por *Centris (Heterocentris) sp.* (30,0%), *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* (15,0%) e *Euglossa pleosticta* que ocupou 10,0% dos ninhos disponíveis. Além das abelhas fundadoras, duas espécies cleptoparasitas ocuparam os ninhos: *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* e *Mesocheira bicolor*. Também foi registrado uma espécie de Coleoptera (*Tetraonyx sp.*), cujos indivíduos ocuparam quatro ninhos.

As abelhas começaram a nidificar no primeiro mês após a instalação das armadilhas. O período de maior concentração na fundação de ninhos ocorreu durante os meses que apresentaram os menores volumes de chuva do ano de 2012. Já nos meses em que esses volumes apresentaram-se maiores houve baixa nidificação das espécies e, em alguns meses como fevereiro, março, julho, agosto, outubro e novembro de 2013 nenhuma espécie de abelha nidificou. O pico de atividades de fundação de ninhos foi observado no mês de dezembro, devido principalmente às atividades de *Centris (Hemisiella) tarsata* e *Centris (Heterocentris) sp.*, e a maior riqueza de espécies ocorreu nos meses de setembro e dezembro de 2012 (Figura 12). Talvez por se tratar de uma pequena amostragem, não foi encontrada associação significativa entre a ocupação dos ninhos-armadilha pelas espécies e os valores mensais médios de temperatura e umidade ($p > 0,05$ para todas as análises). Também não houve diferença na taxa de ocupação de ninhos-armadilha entre o período seco e chuvoso quando se considerou todas as espécies juntas ou cada espécie isoladamente em cada área de estudo ($p > 0,05$ para todas as análises).

Figura 12. Número de ninhos-armadilha ocupados nas cinco áreas de estudo, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



O período com maior frequência de nidificações correspondeu aos meses da estação mais seca. Certamente é nessa estação, após as chuvas abundantes, que as espécies de abelhas devem encontrar fartas quantidades de recursos para propiciar crescimento populacional e abundância de espécies. Uma vez que a distribuição, as taxas de desenvolvimento e reprodução, a abundância sazonal e a riqueza de espécies de insetos tropicais são características populacionais que podem ser influenciadas pelas variáveis ambientais. A alternância entre as estações seca e chuvosa é um dos fatores mais importantes na variabilidade e abundância no grupo dos insetos pois pode afetar diretamente a disponibilidade de recursos alimentares e para nidificação (WOLDA, 1978; WOLDA, 1988; TOMMASI *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2011).

Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo também foram relatados em outras pesquisas realizadas em diferentes habitats brasileiros, indicando que a baixa ocupação e a ocorrência de poucas espécies nidificantes nos ninhos-armadilhas são encontradas em várias comunidades estudadas através de cavidades preexistentes. (GARÓFALO, 2000; VIANA *et al.*, 2001; AGUIAR; MARTINS, 2002; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008; GAZOLA; GARÓFALO, 2009).

O fato de ter sido registrado poucos ninhos construídos nas áreas de estudo também pode estar relacionado com a conservação da vegetação dessas localidades, uma vez que locais bem preservados devem dispor de um maior número de cavidades

naturais preexistentes, fazendo com que os ninhos-armadilha não sejam tão atrativos para essas espécies (VIANA *et al.*, 2001; POTTS *et al.*, 2005, CORDEIRO, 2009). Outros fatores como a disposição desses ninhos-armadilhas nas áreas estudadas (OLIVEIRA; CAMPOS, 1996; MORATO, 2001), a preferência por cavidades oferecidas (AGUIAR; MARTINS, 2002; MESQUITA *et al.*, 2009) e o tempo de amostragem (MESQUITA *et al.*, 2009; NASCIMENTO; GARÓFALO, 2010) podem ter interferido na quantidade de ninhos e espécies amostradas nesta pesquisa.

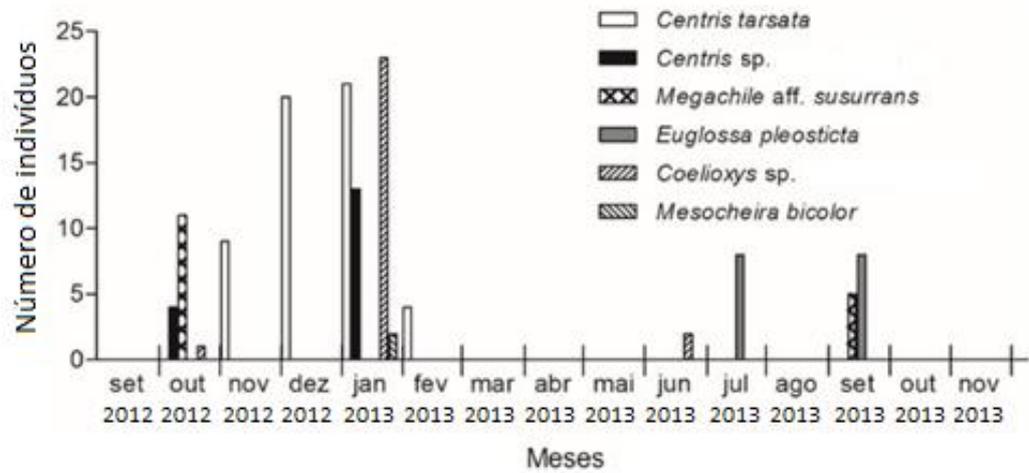
Dos 34 ninhos de abelhas amostrados, 14 não puderam ter identificação taxonômica das espécies fundadoras, dez devido à falta de indivíduos adultos nos ninhos e quatro por só emergirem abelhas cleptoparasitas.

3.3.2. EMERGÊNCIA DAS ABELHAS

Do total de ninhos registrados com emergência foram obtidos 139 indivíduos, sendo 131 abelhas (28 abelhas cleptoparasitas) e 8 coleópteros. As emergências das abelhas iniciaram logo no segundo mês após a instalação das armadilhas e foram mais intensas entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 (Figura 13). Não houve associação significativa entre a emergência das abelhas e os valores mensais médios de temperatura e umidade ($p > 0,05$).

Dos ninhos construídos por abelhas, *Centris (Hemisiella) tarsata* e *Centris (Heterocentris)* sp. foram as espécies fundadoras mais abundantes com 54 (52%) e 17 (16,5%) indivíduos respectivamente, emergindo tanto no período chuvoso, quanto no seco. *Euglossa pleosticta* e *Megachile (Austromegachile)* aff. *susurrans* foram menos abundantes nas áreas, apresentando juntas 31% do total de emergências, com indivíduos emergindo apenas na estação seca, nos meses de julho, setembro e outubro (Figura 13). Entre as espécies cleptoparasitas, *Coelioxys (Cyrtocoelioxys)* sp. teve 93 % (n=26) de indivíduos emergidos e *Mesocheira bicolor* 7% (n=2) (Tabela 5).

Figura 13. Indivíduos emergidos dos ninhos, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, provenientes das áreas de estudo, localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



Estudos realizados com ninhos-armadilhas demonstram que espécies do gênero *Centris* são comumente as dominantes na ocupação desses ninhos, principalmente, *Centris (Hemisiella) tarsata*, que ocorre com maior densidade em alguns locais do Nordeste brasileiro (VIANA *et al.*, 2001; AGUIAR; MARTINS, 2002; AGUIAR *et al.*, 2005; MELO; ZANELA, 2012; AGUIAR *et al.*, 2013). Alguns autores sugerem que esta espécie tem preferência em nidificar em áreas quentes e ensolaradas (AGUIAR; GARÓFALO, 2004), em locais abertos de vegetação secundária (PÉREZ-MALUF, 1993), em ambiente de dunas (VIANA *et al.*, 2001), caatinga (AGUIAR; MARTINS, 2002), como também em fragmentos de florestas do Nordeste do Brasil (AGUIAR; GARÓFALO, 2004). O maciço de Baturité, por ser uma área que dispõe de fragmentos de mata atlântica secundária, recebe incidência solar principalmente no período seco favorecendo a nidificação dessa espécie, que teve emergências mais intensas entre outubro e janeiro. Estas podem ser características importantes e favoráveis para o manejo dessa espécie nos programas de polinização de culturas agrícolas (AGUIAR *et al.*, 2013).

Tabela 5. Número de indivíduos emergidos (IE) em ninhos artificiais e tempo de emergência (dias) (TE), observados no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, nas áreas A1, A2, A3 e A4 no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

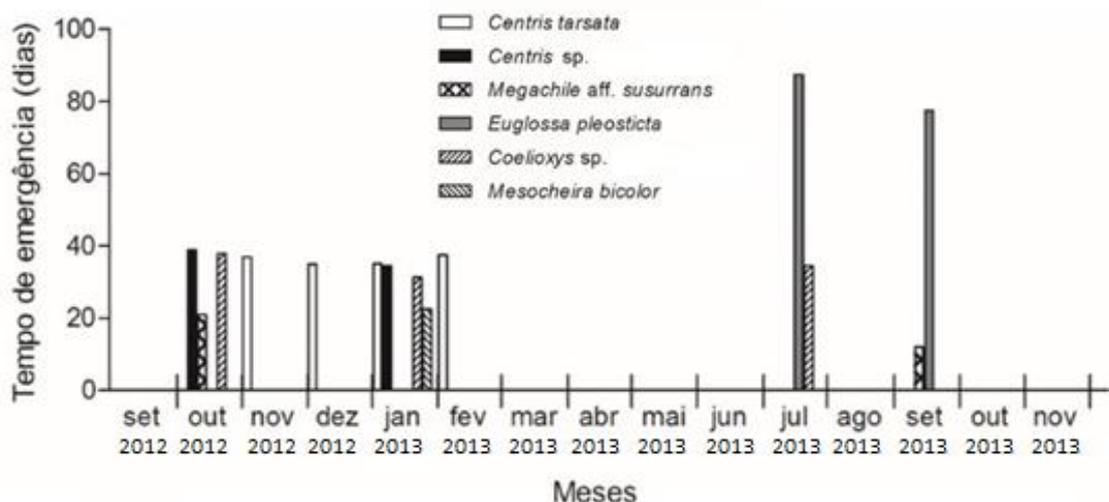
Família / Espécie	A1		A2		A3		A4		TOTAL GERAL	
	IE	*TE	IE	*TE	IE	*TE	IE	*TE	IE	*TE
Apidae										
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	-	-	32	36 ± 1,5	-	-	22	34,8 ± 1,7	54	35,5 ± 1,6
<i>Centris (Heterocentris)</i> sp.	3	31,3 ± 0,6	-	-	7	35 ± 7	7	38 ± 1,9	17	35,6 ± 5,1
<i>Mesocheira bicolor</i> Fabricius, 1804	-	-	1	30 ± 0	1	15 ± 0	-	-	2	22,5 ± 10,6
<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	-	-	16	82,4 ± 6,0	-	-	-	-	16	82,4 ± 6,0
Megachilidae										
<i>Megachile (Austromegachile)</i> aff. <i>susurrans</i> Haliday, 1836	5	12 ± 0	11	20,9 ± 4	-	-	-	-	16	18,1 ± 5,4
<i>Coelioxys (Cyrtocoelioxys)</i> sp.	6	31 ± 0	2	34,5 ± 4,9	5	30,8 ± 0,8	13	32,2 ± 2,0	26	31,8 ± 2,0
Total	14	-	62	-	13	-	42	-	131	-

* Tempo decorrido (em dias) entre a coleta do ninho no campo e a emergência do adulto no laboratório

Euglossa pleosticta e *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans*, as espécies fundadoras menos abundantes nesse estudo não apresentaram um padrão comum e fundaram seus ninhos nas duas áreas que apresentaram maior riqueza de espécies de abelhas. Essas espécies emergiram apenas na estação seca, sugerindo que os fatores climáticos também podem afetar indiretamente a comunidade dessas abelhas devido a duração do seu tempo de desenvolvimento que podem ser afetados pelo clima (AUGUSTO; GARÓFALO, 2004) e sua baixa capacidade termorregulatória (STONE, 1993) fazendo com que elas prefiram emergir no período mais quente (período seco) e evitando emergências nos períodos mais frios do ano que, nesses locais, acontece no período chuvoso.

O tempo médio decorrido da coleta dos ninhos até a emergência dos indivíduos variou entre as espécies e também dentro da espécie (Figura 14).

Figura 14. Tempo de emergência dos indivíduos emergidos dos ninhos ocupados, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, nas áreas de estudo localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



Em *Centris (Hemisiella) tarsata* o tempo de emergência dos indivíduos variou de 33 a 38 dias, com média de $35,5 \pm 1,6$ dias. Para *Centris (Heterocentris) sp.*, o tempo de emergência variou de 29 a 45 dias com média de $35,6 \pm 5,1$ dias. Enquanto que para *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans*, a variação foi menos de um mês, variando de 12 a 26 dias, com média de $18,1 \pm 5,4$ dias. Já para *Euglossa pleosticta* o tempo de emergência das abelhas variou de 72 a 90 dias, com média de $82,4 \pm 6,0$ dias.

O tempo que as abelhas cleptoparasitas levaram para emergir também foi contabilizado. Para *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp. variou de 30 a 38 dias com média de $31,8 \pm 2,0$ dias e para *Mesocheira bicolor*, que teve apenas dois indivíduos emergidos, variou de 15 a 30 dias com média de $22,5 \pm 10,6$ dias (Tabela 5). Não houve diferença significativa no tempo médio de emergência das espécies estudadas entre os períodos seco e chuvoso ($p > 0,05$).

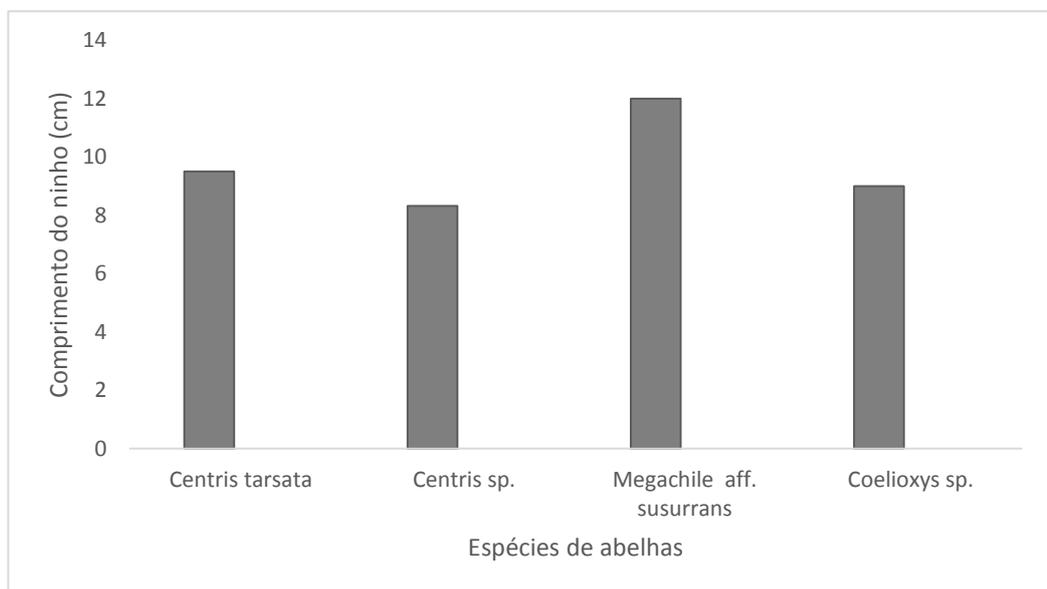
O período de desenvolvimento das espécies fundadoras, avaliado da retirada do ninho operculado até a emergência dos adultos do laboratório, encontram-se dentro dos padrões avaliados em outros estudos realizados para as espécies do gênero *Centris* (AGUIAR; GARÓFALO, 2004; MACHADO, 2011), *Megachile* (TEIXEIRA *et al.*, 2011; SANTOS, 2011) e *Euglossa pleosticta* (AUGUSTO; GARÓFALO, 2004). No entanto, o tempo médio de emergência da espécie *Megachile* (*Austromegachile*) aff. *susurrans* foi relativamente curto quando comparado com alguns estudos de espécies do mesmo gênero (CORDEIRO, 2009; SANTOS, 2011). Esse resultado pode estar associado com temperaturas relativamente constantes nos meses de desenvolvimento e emergência desses indivíduos nas áreas de estudo. Kemp e Bosch (2000) comprovaram experimentalmente que a temperatura exerce uma considerável influência no desenvolvimento de imaturos de abelhas do gênero *Megachile* e que, em geral, as taxas de desenvolvimento aumentam com o aumento da temperatura, sendo as temperaturas médias entre 22° C e 29° C as mais eficientes para o rápido desenvolvimento, a baixa taxa de mortalidade e a rápida emergência desses indivíduos, podendo dessa forma propiciar populações mais numerosas. Fatores esses importantes quando se deseja utilizar insetos desse gênero em programas de polinização dirigida.

Não foi verificado indício de diapausa nas espécies estudadas. Apesar de Aguiar e Garófalo (2004) verificarem a ocorrência de diapausa ocasional em imaturos de *Centris tarsata* na estação seca, no estado da Bahia, como uma estratégia de sobrevivência para superar condições adversas deste período.

3.3.3. ESTRUTURA DOS NINHOS E RAZÃO SEXUAL

Nos 34 ninhos de abelhas obtidos, foram construídas 162 células de cria. O número de células por ninho-armadilha variou de 1 a 13 células de cria e o comprimento desses ninhos variou de 2,4 a 14 cm (Figura 15).

Figura 15. Comprimento médio dos ninhos-armadilha ocupados por abelhas e parasitas durante o período entre setembro de 2012 a novembro de 2013 nas quatro áreas de estudo localizadas no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.



As abelhas do gênero *Centris* fundaram 15 ninhos em cavidades preexistentes. O material utilizado para construção das células consistiu, basicamente, de uma mistura de grãos de areia e uma substância aglutinante oleosa, cuja composição não foi determinada. As células apresentavam um formato ovalado, com a parte posterior côncava, de parede espessa e cores variando de amarelo claro a marrom escuro. Externamente apresentavam uma textura áspera e irregular, enquanto que internamente possuíam aspecto liso, homogêneo, brilhante e rígido. Alguns ninhos apresentaram presença de célula vestibular, a qual é caracterizada por um espaço vazio localizado entre a última célula do ninho com cria e a parede de fechamento do mesmo, a célula mais próxima da entrada do ninho. Essas células eram confeccionadas com areia, porém sem revestimento interno com substâncias oleosas e eram preenchidas com areia não

compactada. As células dos ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* eram arranjadas horizontalmente, enquanto que as células de *Centris (Heterocentris)* sp. eram dispostas horizontalmente em alguns ninhos e em outros ninhos organizadas de forma oblíqua em relação ao plano horizontal. Todas as células, de ambas as espécies estavam individualizadas em série linear (Figura 16 – a e b).

Figura 16. Ninhos fundados por abelhas solitárias em gomos de bambus - a) Ninho de *Centris (Hemisiella) tarsata* com indicação da mistura de areia e óleo na construção das células, destacando a textura áspera na parte externa e lisa na parte interna da célula; b) – Ninho de *Centris (Heterocentris)* sp., com indicação da mistura de areia e óleo na construção das células.



Centris (Hemisiella) tarsata usou tanto gomos de bambus quanto tubos de cartolina para construir seus ninhos, fundando nove ninhos com 69 células. O número de células construídas por ninho variou de 2 a 13 e o tamanho dos ninhos variaram de 5,5 a 14 cm com média de $(9,5 \pm 3,9)$ cm. *Centris (Heterocentris)* sp. construiu seis

ninhos e 37 células em gomos de bambu. O tamanho dos ninhos variou de 2,4 a 14 cm, com média de $(8,3 \pm 3,8)$ cm, com número máximo e mínimo de células de cria encontradas no interior dos ninhos variando de 2 a 11.

A estrutura dos ninhos fundados pelas abelhas do gênero *Centris* revela muita semelhança com os ninhos descritos na literatura para espécies desse gênero, principalmente, quanto ao tipo de material utilizado, disposição e número de células (AGUIAR; GARÓFALO, 2004; MENDES; RÊGO, 2007; MESQUITA *et al.*, 2009; MENEZES, 2011). A presença de uma substância aglutinante oleosa na construção das células e a existência de célula vestibular nos ninhos é discutida por alguns autores como estratégia de proteção contra o parasitismo (PEREIRA *et al.*, 1999; JESUS; GARÓFALO, 2000; COUTO; CAMILLO, 2014). De acordo com Mesquita *et al.*, (2009) e Magalhães e Freitas (2013) o fato dessas espécies aceitarem nidificar em ninhos-artificiais e utilizarem óleo para construção de seu ninho pode ser uma boa estratégia para utilização dessas espécies em programas de polinização aplicada em pomares de plantas que secretam óleos, como as aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC), mostrando-se eficaz tanto para a multiplicação das populações do gênero *Centris*, quanto para proporcionar ganhos consideráveis na produtividade da aceroleira.

Os três ninhos de *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* foram construídos em gomos de bambu, em uma série linear de células, dispostas horizontalmente na cavidade e separadas por partições (paredes). O material utilizado para a construção consistiu, basicamente, de folhas com cortes em formato elíptico. Todas as células de *Megachile susurrans* possuíam uma arquitetura similar, sendo alongadas, com aspecto cilíndrico, ligeiramente arredondadas na parte inferior (fundo), com a superfície interna das células lisa. Na entrada dos ninhos foram observadas várias camadas de folhas cortadas em formato arredondado e soltas, dispostas de forma a impedir a entrada de inimigos naturais (Figura 17). Para os ninhos dessa espécie o número de células de cria variou de 5 a 7. Os ninhos apresentaram comprimento variando de 9 a 13 cm, com média de $(11 \pm 2,0)$ cm (Tabela 6). Não foi observada associação significativa entre o comprimento médio dos ninhos e os valores mensais médios de temperatura e umidade ($p > 0,05$). Também não houve diferença significativa no comprimento médio dos ninhos entre os períodos seco e chuvoso ($p > 0,05$).

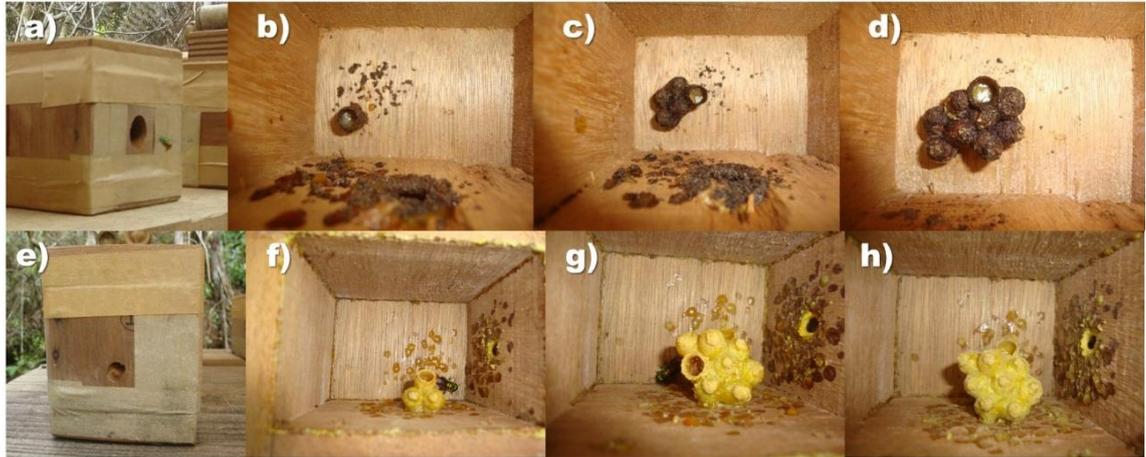
Os ninhos de *Megachile susurrans* foram construídos apenas com folhas cortadas em uma série linear de células, com estrutura semelhante aos ninhos descritos por Sabino (2010) para *Megachile (Moureapis) anthidioides* e Cardoso e Silveira (2012) para *Megachile (Moureapis) benigna* e *Megachile (Moureapis) maculata*.

Figura 17. Ninhos de *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* construído com folhas em gomos de bambu, evidenciando: a) a construção do ninho em uma série linear de células, dispostas horizontalmente na cavidade e b) camadas de folhas soltas e dispostas na entrada do ninho de forma a não permitir a entrada de inimigos naturais.



Os dois ninhos de *Euglossa pleosticta* foram construídos em caixas racionais de madeira. As fêmeas construíram seus ninhos na parede e no fundo da caixa. Cada ninho foi formado por um conjunto de nove células, construídas com resina, de formato elíptico que depois de fechadas apresentavam um mamilo na parte apical. Um ninho foi construído com resina de coloração amarela, enquanto que o outro foi produzido com resina de cor marrom escuro (Figura 18).

Figura 18. Ninhos de *Euglossa pleosticta* fundados em caixas racionais na área A2- a) Abelha entrando no ninho I; b, c e d) Etapas da construção do ninho I, e) Caixa racional onde foi construído o ninho II de *Euglossa pleosticta*, f, g e h) Etapas da construção do ninho II pela abelha.



Euglossa pleosticta foi a única espécie que nidificou em caixa racional de madeira, construindo seus ninhos na parede e no fundo da caixa. Garófalo e colaboradores (1998) relataram resultado semelhante sobre a estrutura dos ninhos de *Euglossa annectans* ao testar pequenas caixas racionais de madeira e gomos de bambu de diferentes diâmetros e comprimentos como ninhos-armadilha para essa espécie. Os autores reportaram que as células foram construídas no chão da caixa com estrutura e arranjo semelhantes as descritas neste estudo. A semelhança da arquitetura dos ninhos fundados pelas espécies de abelhas neste estudo com os de outras pesquisas indica que, independente do tipo de ambiente, as características da biologia de nidificação dessas espécies mantêm-se conservadas (MENEZES, 2011).

Com exceção da espécie *Centris (Hemisiella) tarsata*, em que a proporção de fêmeas foi maior que a de machos, em todas as outras espécies a proporção de machos e fêmeas foi semelhante. Essa diferença na espécie *Centris tarsata* foi significativamente diferente ($\chi^2 = 16,67$; $p < 0,0001$). Para as demais espécies a razão sexual entre os emergentes não diferiu estatisticamente de 1:1, sendo elas: *Centris (Heterocentris) sp.* ($\chi^2 = 0,53$; $p = 0,467$); *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* ($\chi^2 = 0$; $p = 1$) e *Euglossa pleosticta* ($\chi^2 = 0,62$; $p = 0,803$) (Tabela 6).

De acordo com alguns autores a variação na razão sexual está associada com a abundância de recursos disponíveis no ambiente para as fêmeas. Em épocas de maior

disponibilidade de recursos existe uma maior produção de fêmeas que requerem uma maior quantidade de alimento para seu desenvolvimento (PÉREZ-MALUF, 1993; MORATO *et al.* 1999; MENDES; RÊGO, 2007; CORDEIRO, 2009). Esses fatores podem estar relacionados com a razão sexual de *Centris tarsata*, que nesse estudo apresentou uma proporção de machos e fêmeas significativamente diferente, com razão sexual desviada para fêmeas de (1♂:3,5♀). Essa maior proporção de fêmeas pode estar relacionada com a farta disponibilidade de recursos preferidos por essa espécie, durante o período deste estudo.

Tabela 6. Número de ninhos fundados, tamanho do ninho e número indivíduos machos e fêmeas das espécies emergentes em ninhos artificiais nas áreas A1, A2, A3 e A4, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no mato de Baturité, Ceará, Brasil.

Família / Espécie	Nº de ninhos fundados	Nº de indivíduos emergidos	Nº de machos (♂)	Nº de fêmeas (♀)	Razão sexual (♂/♀)	Tamanho do ninho cm (X ± DP)
Apidae						
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	9	54	12	42	1:3,5	9,5±3,9
<i>Centris (Heterocentris) sp.</i>	6	17	10	7	1:0,7	8,3 ± 3,8
<i>Euglossa pleosticta</i>	2	16	7	9	1:1,28	*
Megachilidae						
<i>Megachile (Austromegachile) aff. susurrans</i>	3	16	8	8	1:1	11 ± 2,0
Total	20	103	37	66		

* Ninhos fundados em caixas racionais de madeira. Devido as células não estarem em disposição linear não foi calculado o tamanho do ninho.

No entanto, para afirmar sobre esse fato deveria ter sido feita uma investigação comparativa dos recursos florais utilizados por esta espécie na construção de suas células de cria com os recursos florais disponíveis na região. Para as demais espécies estudadas a razão sexual entre os emergentes não diferiu estatisticamente de 1:1.

Essa proporção equitativa de machos e fêmeas pode estar relacionada com uma disponibilidade estável de recursos tróficos preferidos por essas espécies na natureza.

Além disso, o comprimento dos gomos de bambu e tubos de cartolina utilizados nesse estudo também podem ter produzido alguma influência na proporção da razão sexual das abelhas. Gruber *et al.* (2011) trabalhando com a abelha *Osmia bicornis* observaram que os ninhos-armadilhas de maiores comprimentos, como os utilizados no presente estudo, apresentavam razão sexual de 1:1, enquanto que os de comprimentos menores apresentavam mais machos. Alonso *et al.* (2012) trabalhando com *Centris (Heterocentris) analis* também relataram que o número de machos emergidos diminui a medida que o comprimento do ninho-armadilha aumenta. Uma maior produção de fêmeas em ninhos-armadilhas pode contribuir de forma positiva para o uso dessas espécies em serviços de polinização, uma vez que as fêmeas têm um maior efeito polinizador do que os machos, ao coletarem recursos como pólen e néctar para suas crias (BOSCH; BLAS, 1994).

3.3.4. PARASITISMO E MORTALIDADE DAS ABELHAS

Dos 34 ninhos de abelhas ocupados nas quatro áreas estudadas, 13 foram parasitados por himenópteros (Apidae e Megachilidae) e coleópteros (Meloidae), resultando em uma taxa de parasitismo de 38,2 % do total de ninhos fundados. O número de indivíduos parasitas emergidos representou 25,9% (n=36) do total. Ao todo, três espécies parasitas foram registradas parasitando apenas ninhos de abelhas do gênero *Centris*, sendo elas: *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.*, *Mesocheira bicolor* e *Tetraonyx sp.* (Tabela 7). *Euglossa pleosticta* e *Megachile (Austromegachile) aff. susurrans* não tiveram inimigos naturais associados aos seus ninhos durante o período de estudo.

Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp. foi a espécie cleptoparasita mais frequente atacando exclusivamente ninhos de *Centris (Heterocentris) sp.* em três das áreas estudadas: A1, A3 e A4. Quatorze indivíduos de *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* emergiram de três ninhos distintos, dos quais os hospedeiros não nasceram. Dos sete ninhos parasitados por essa espécie emergiram 14 fêmeas e 12 machos e a razão sexual entre os emergentes não diferiu estatisticamente de 1:1 ($\chi^2 = 0,15$; $p = 0,695$).

Tabela 7. Espécies parasitas e suas respectivas espécies hospedeiras em ninhos-armadilhas fundados nas quatro áreas estudadas, no período entre setembro de 2012 a novembro de 2013, no maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

Ordem Família	Espécies parasitas	Indivíduos emergidos	Razão Sexual	Espécies hospedeiras	Ninhos parasitados pela espécie	Local de ocorrência
Hymenoptera				<i>Centris</i>		A2
Apidae	<i>Mesocheira bicolor</i>	1	1:1	(<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i>	2	A3
		1		*		
Megachilidae	<i>Coelioxys</i> (<i>Cyrtocoelioxys</i>) sp.	12	1:1	<i>Centris</i> (<i>Heterocentris</i>) sp.	7	A1 A2 A3 A4
		14		*		
Coleoptera						
Meloidae	<i>Tetraonyx</i> sp.	8		<i>Centris</i> (<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i>	4	A2 A4
Total		36			13	

* Hospedeiro desconhecido, só emergiu a espécie cleptoparasita.

Os ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* foram atacados por *Mesocheira bicolor* e *Tetraonyx* sp., sendo essa última a espécie mais frequente parasitando 44,4% dos ninhos. A razão sexual dos indivíduos emergidos de *Mesocheira bicolor* foi de 1:1, com 1 fêmea e 1 macho emergidos ($\chi^2 = 0$; $p = 1$). Um indivíduo de *Mesocheira bicolor* emergiu de um ninho em que o hospedeiro não foi conhecido.

Os ninhos de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes possuem taxas de parasitismo bastante variáveis. Geralmente esses parasitas tem o comportamento de ovopositar dentro da célula de cria, matando o ovo ou a larva da espécie hospedeira, podendo ocasionar a diminuição do número de células produzidas ou o próprio abandono dos ninhos pela espécie fundadora (AGUIAR; MARTINS, 2002; ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2007; SILVA JUNIOR, 2011).

A associação dos parasitas *Coelioxys (Cyrtocoelioxys)* sp., *Mesocheira bicolor* e *Tetraonyx* sp. com abelhas do gênero *Centris* tem sido documentada em vários estudos realizados no Brasil como os parasitas mais frequentes desse gênero (AGUIAR; GARÓFALO, 2004; AGUIAR *et al.*, 2006; DRUMMONT *et al.*, 2008; GAZOLA; GARÓFALO, 2009). De acordo com Wcislo e Cane (1996) e Cordeiro (2009) a

proximidade e densidade dos ninhos-armadilhas pode influenciar na atratividade desses parasitas devido a movimentação de abelhas em atividade de nidificação e aos alimentos armazenados nos ninhos pelas espécies fundadoras.

Dentre as três espécies parasitas do gênero *Centris*, *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp. foi a espécie mais abundante, apresentando um efeito negativo importante sobre a população de *Centris* (*Heterocentris*) sp., parasitando 67% dos ninhos desta espécie. Esse alto valor na taxa de parasitismo pode estar relacionado com o número de células observadas nos ninhos parasitados. De acordo com Aguiar e Gaglianone (2003), ninhos com um maior número de células podem ser mais susceptíveis ao ataque de parasitas. Fato observado nesse estudo em que *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp. atacou somente os ninhos com o maior número de células.

Do total de ninhos de abelhas fundados ocorreu mortalidade por causas desconhecidas em 29,4% (n= 10) do total dos indivíduos antes de chegar na fase adulta. Em quatro ninhos (11,8%) emergiram somente espécies cleptoparasitas, das quais não foi possível conhecer a espécie fundadora. Entretanto, existem fortes indícios que tais ninhos pertenciam aos gêneros *Centris* e *Megachile* pelo material utilizado na construção, tamanho e formato das células dos ninhos (Figura 19 – a, b e c).

Figura 19. Ninhos que apresentaram mortalidade: a) Ninho construído com folhas em gomos de bambu, provavelmente fundado por uma espécie de *Megachile* com ausência de indivíduos adultos no ninho. b) Ninho fundado com mistura de areia e óleo, provavelmente de abelhas do gênero *Centris*, destacando-se uma larva dentro da célula. c) Ninho, provavelmente, fundado por uma espécie de abelhas *Centris* onde



só emergiu indivíduos da espécie cleptoparasita *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp.

Nos ninhos em que ocorreram emergências de abelhas fundadoras, o índice de mortalidade dos indivíduos foi considerado baixo, quando comparado ao número de abelhas emergidas, representando 1,42% (n=2) do total de células construídas. A mortalidade dos indivíduos foi registrada somente em dois ninhos da espécie *Centris* (*Heterocentris*) sp. onde foi verificada a morte de um indivíduo na fase adulta por causa

desconhecida e outro na fase larval, com mortalidade ocasionada por infestação de fungos. As taxas de mortalidade atribuídas a causas desconhecidas (COUTO; CAMILLO, 2007) e proliferação de fungos (CAMAROTTIDE-LIMA; MARTINS, 2005) tem sido diagnosticadas como as principais causas da mortalidade de imaturos de várias espécies de abelhas que nidificam em ninhos-armadilhas.

3.4. CONCLUSÕES

Seis espécies de abelhas distribuídas em duas famílias nidificaram nos ninhos-armadilha, com o registro de poucos ninhos construídos e atividades de construção dos ninhos restringidas a poucos meses.

Centris (Hemisiella) tarsata e *Centris (Heterocentris) sp.* foram as espécies fundadoras mais abundantes e que apresentaram o maior número de indivíduos emergidos.

A razão sexual para a grande maioria das espécies estudadas foi de 1:1, exceto para *Centris (Hemisiella) tarsata* em que a proporção de fêmeas foi significativamente maior que a de machos.

O material utilizado para a construção dos ninhos das abelhas do gênero *Centris* consistiu, basicamente, de uma mistura de areia e substância aglutinante oleosa, enquanto que para os ninhos das abelhas *Megachile* foi utilizado apenas folhas em formato elíptico.

A mortalidade de imaturos dos ninhos amostrados foi ocasionada principalmente por causas desconhecidas e pelo ataque de abelhas cleptoparasitas, como: *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* e *Mesocheira bicolor*, e do coleóptero *Tetraonyx sp.* Nos ninhos em que foram registrados emergência de abelhas fundadoras, o índice de mortalidade dos indivíduos foi considerado baixo quando comparado ao número de abelhas emergidas.

Essas informações podem ser utilizadas para auxiliar na manutenção e conservação do maciço de Baturité, podendo também ser útil para serviços de polinização de plantas nativas e agrícolas. No entanto, mais estudos sobre a biologia de nidificação dessas espécies são necessários, para o desenvolvimento de um bom plano de manejo, bem como estudos sobre a dieta dessas abelhas, através do pólen obtidos do próprio ninho para determinar as plantas alvo dessas espécies

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, p.101-116. 2002.

AGUIAR, C. M.; GAGLIANONE, M. C. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lep., 1841 (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba (PR), v. 20, n.4, p. 601-606. 2003.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n.3, p.477-486. 2004.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 1030-1038, 2005.

AGUIAR, C. M. L.; GAROFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Biologia de nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 323-330, 2006.

AGUIAR, C. M. L.; DOREA, M. C.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Nidificação de abelhas coletoras de óleo (Hymnoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha em uma área de Caatinga. **Revista Magistra**, v. 25, p. 80-83, 2013.

ALEIXO, K. P.; FARIA, L. B.; GROppo, M.; CASTRO, M. M. N.; SILVA, C. I.. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: implications for the maintenance of pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 1, p. 1-8, 2014.

ALONSO, J. D. S.; SILVA, J. F.; GARÓFALO, C. A. The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**. v.43, p.436–448. 2012.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Trap-nesting bees and wasps on the University Campus in São Paulo, Southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). **Journal of the Kansas Entomological Society** v.76, n.2, p.328-334. 2003.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis** v.11, p.242-255. 2007.

ASSIS, J. M. F.; CAMILLO, E. Diversidade, sazonalidade e aspectos biológicos de vespas solitárias (Hymenoptera: Sphecidae: Vespidae) em ninhos armadilhas na região de Ituiutaba, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 335 - 347. 1997.

AUGUSTO, S. C.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology and social structure of *Euglossa* (*Euglossa*) *townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Soc.** v.51, p.400-409. 2004.

BOSCH, J.; BLAS, M. Foraging behaviour and pollinating efficiency of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* on almond (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae).- **Appl. Entomol. Zool.**, v.29, p.1-9. 1994.

CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F. Biologia de nidificação e aspectos ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em área de tabuleiro nordestino, PB. **Neotropical entomology** v.34, n.3, p.375-380. 2005.

CAMILLO, E., GARÓFALO, C. A., SERRANO, J. C., MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera: Apocrita: Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia** v.39, p. 459-470. 1995.

CARDOSO, C. F., SILVEIRA, F. A. Nesting biology of two species of *Megachile* (Moureapis) (Hymenoptera: Megachilidae) in a semideciduous forest reserve in southeastern Brazil. **Apidologie**, v.43, p.71–81. 2012.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto. 78p. 2009.

COUTO, R. M; CAMILLO, E. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris (Heterocentris) analis*. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v.97, n.1, p. 51-55. 2007.

COUTO, R. M; CAMILLO, E. Deposições de Óleo por Fêmeas de *Centris analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini) parasitadas por *Physocephala* spp. (Diptera: Conopidae). **EntomoBrasilis** v.7, n.2, p. 81-85. 2014.

DANKS, J. V. Biology of some stem-nesting aculeate Hymenoptera. **Trans. R. Entomol. Soc. Lond.** v.122: p.323-399. 1971.

DÓREA, M. C.; AGUIAR, C. M. A.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L. E.; SANTOS, F. A. R. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. **Oecologia australis**, v. 14, p. 232-237, 2010.

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology** v.37, n.3, p.239-246. 2008.

EICKWORT, G. C.; GINSBERG, H. S. Foraging and mating behavior in Apoidea. **Ann. Rev. Entomol.** v.25, p.421-446. 1980.

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.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and a indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale*) in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v.35, n.1, p.109 - 121, 1998.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural** v.33, n.6, 1135-1139. 2003.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil.

In: Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves; Antonio Mauro Saraiva. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.4, p. 103-118. 2012.

GARÓFALO, C. A. Comunidades de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que Utilizam Ninhos-armadilhas em Fragmentos de Matas do Estado de São Paulo. **In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto**, 4: 121-128. 2000.

GARÓFALO, C. A. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Anais do VIII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto**, p 208-217. 2008

GARÓFALO, C. A., CAMILLO, E., SERRANO, J. C., REBÊLO, J. M. M. Utilization of trap nest by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Rev. Bras. Biol.** v.53, p.177-187. 1993.

GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; AUGUSTO, S. C., JESUS, B. M. V.; SERRANO, J.C. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia.** v.15, p.589-596. 1998.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; AGUIAR, C. M. L.; Del Lama, M. A.; SANTOS, I. A. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves; Antonio Mauro Saraiva. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap.9, p. 183-202, 2012.

GAZOLA, A.; GARÓFALO, C. Parasitic behavior of *Leucospis cayennensis* Westwood (Hymenoptera: Leucospidae) and rates of parasitism in populations of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 76, n. 2, p. 131-142, 2003.

GAZOLA, A. L.; GARÓFALO, C. A. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.607-622. 2009.

GONÇALVES, A. F.; ZANELLA, F. C. V. Ciclos de nidificação de abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes no semi-árido paraibano. **Anais do Congresso de Ecologia do Brasil** 6: p.322–324. 2003.

GRUBER, B; ECKEL, K.; EVERAARS, J.; DORMANN, C. F. On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. **Apidologie.** v.42, p.564–576. 2011.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: **Paleontological statistics software package for education and data analyses**. *Paleontologia eletrônica* 4. 2001.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica** v.10, n.4, p.59-62, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados históricos: Banco de Dados Meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/bdmep>. Acesso fev.2015.

JAYASINGH, D. B.; FREEMAN, B. E. The comparative population dynamics of eight solitary bees and wasps (Aculeata; Apocrita; Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. **Biotropica** v.12, p.214–219, 1980.

JESUS, B. M. V.; GARÓFALO, C. A. Nesting behavior of *Centris analis* in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v.31, p.503-515. 2000.

KEMP, W. P.; BOSCH, J. Development and emergence of the alfalfa pollinator *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). **Annals of the Entomological Society of America** v.93, n.4, p.904-911. 2000.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates**. Washington: Smithsonian Press, 569p. 1967.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**. v.37, p. 265-278, 2008.

LASALLE, J.; GAULD, I. D. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organism. **Hymenoptera and Biodiversity** (ed. By J. LaSalle and I.D. Gauld), pp. 1-26., 1993.

LINSLEY, E. G. The ecology of solitary bees. **Hilgardia** v.27, p.543–599. 1958.

MACHADO, C. S. **Biologia de nidificação e dieta das larvas dos polinizadores efetivos de *Malpighia emarginata* D.C. em uma área restrita do Recôncavo da Bahia.** Tese de Doutorado em Fitotecnia - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 91p. 2011.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**: p.1-6, 2013.

MELO, R. R.; ZANELA, F. C. V. Dinâmica de Fundação de Ninhos por Abelhas e Vespas Solitárias (Hymenoptera, Aculeta) em Área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v.7, n.4, p.657-662, 2012.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** v.51, p. 382–388. 2007.

MENEZES, G. B. **Guilda de abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União - RJ: composição e diversidade de espécies, nidificação em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas.** Dissertação de mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 109p. 2011.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella)*

vittata Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 124-132, 2009.

MORATO, E. F. A técnica de ninhos-armadilha no estudo de comunidades de Aculeata solitários. p. 111-117. In: **Anais do Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, SP, Brasil. 2000.

MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. **Revta Brasil. Zool.** v.18, p.737-747. 2001.

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

NASCIMENTO, A.L.O.; GARÓFALO, C.A. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nidificando em ninhos-armadilha no Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP. In: **Anais do IX Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**: 139-146. 2010.

OLIVEIRA, M. L.; CAMPOS, L. A. O. Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). **Revta bras. Zool.** v.13, n.4, p.1075-1085. 1996.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**. v.102, n.1, p. 265-273, 2009.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J. C. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v.30, p.327-338. 1999.

PÉREZ-MALUF, R. **Biologia de vespas e abelhas solitárias, em ninhos armadilhas em Viçosa - MG**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 87p. 1993.

POTTS, S. G.; VULLIAMY, B.; ROBERTS, S.; O'TOOLE, C.; DAFNI, A.; NE'EMAN, G; WILLMER, P. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. **Ecological Entomology** v.30, n.1, p. 78–85. 2005.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O. e KUNIN, W. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology e Evolution**, v.25, n.6, p.345-353, 2010.

RICKETTS, T. H; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S.S; KLEIN, A.M; MAYFIELD, M. M; MORANDIN, L.A; OCHIENG, A; VIANA. B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v.11, p.499-515, 2008.

SABINO, W. O. **Ecologia de nidificação de *Megachile (Moureapis) anthidioides* Radoschowsky, 1874 (Hymenoptera, Megachilidae) em cavidades artificiais**. Dissertação de Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais. Universidade Federal de Ouro Preto. 79p. 2010.

SANTOS, A. A. **Nidificação de abelhas e vespas solitárias e biologia reprodutiva de *Megachile dentipes* Vachal (Hymenoptera; Megachilidae) em ninhos-armadilha**. Dissertação de mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Federal da Paraíba. 95p. 2011.

SCHÜEPP, C.; HERRMANN, J. D.; HERZOG, F.; SCHMIDT-ENTLING, M. H. Differential effects of habitat isolation and landscape composition on wasps, bees, and their enemies. **Oecologia**, v.165, p. 713-721, 2011.

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

SILVA JUNIOR, J. L. P. **Diversidade de espécies e aspectos da nidificação de Aculeata não sociais em ninhos-armadilha em fragmento de Mata Atlântica e área urbana**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 107p. 2011

SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Rev Bras Entomol** v.55, n.1, p.79–87. 2011.

STONE, G. N. Thermoregulation in four species of tropical solitary bees: the roles of size, sex and altitude. **Journal of Comparative Physiology B** v.163, p.317-326. 1993.

TEIXEIRA, F. M.; SCHWARTZ, T. A. C.; GAGLIANONE, M. C. Biologia da Nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 4, n. 3, p. 92-99, 2011.

TOMMASI, D.; HIGO, H. A.; WINSTON, M. L. Bee diversity and abundance in an urban setting. **Canadian Entomologist**, v.136, p.851-869. 2004.

TSCHARNTKE T., GATHMANN, A., STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions, **J. Appl. Ecol.** v.35, p.708–719, 1998.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J.C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 124p. 1991.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotrop. Entomol.** v.30, p.245-251. 2001.

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

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecology and Systematics** v.19, p.1–18. 1988.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology** v.47, p.369–381. 1978.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos poucos ninhos fundados e das poucas espécies amostradas esse trabalho contribuiu com um conhecimento inédito sobre as abelhas que utilizam cavidades preexistentes no maciço de Baturité, possibilitando estudos mais direcionados sobre a dinâmica populacional e flutuação sazonal das espécies. Estudar e entender a dinâmica da fundação de ninhos de espécies de abelhas solitárias que nidificam no maciço de Baturité possibilita a obtenção de dados que podem ser importantes para o manejo de espécies silvestres. Essas informações podem ser utilizadas para auxiliar na manutenção e conservação deste domínio, podendo também ser útil para serviços de polinização de plantas nativas e agrícolas. As espécies fundadoras encontradas nesse estudo como as da família Apidae e Megachilidae (gêneros: *Centris*, *Euglossa* e *Megachilidae*) podem ser indicadas como espécies potenciais para o manejo na polinização agrícola e florestal.

DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO GRAMATICAL

Eu, Carlos Eduardo Ferreira da Cruz, RG 94002124716 – SSP/CE, CPF 614813193-53, licenciado em Letras pela Universidade Federal do Ceará, declaro, para devidos fins, que efetuei a correção dos seguintes aspectos gramaticais desta tese, tais como: concordância verbal/nominal; regência verbal/nominal; ortografia (baseado no Novo Acordo Ortográfico); acentuação; pontuação; morfossintaxe. Além disso, averigui a coesão e a coerência textuais. Outras dimensões do texto também foram verificadas, como, por exemplo, a ambiguidade de frases ou palavras, repetição das palavras, ordem estrutural das frases e correção de acordo com as normas técnicas da ABNT com o objetivo de tornar o texto mais claro e acessível ao leitor.

Discente: MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL

Título da tese: ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

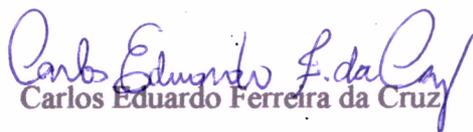
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

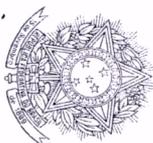
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

Por ser verdade, firmo o presente

Fortaleza, 10 de fevereiro de 2016.


Carlos Eduardo Ferreira da Cruz



República Federativa do Brasil
Ministério da Educação

Universidade Federal do Ceará
CENTRO DE HUMANIDADES

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão de Curso de Graduação, confere o título de LICENCIADO EM LETRAS a

Carlos Eduardo Ferreira da Cruz

e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Fortaleza, 15 de março de 2004.

Estelita
Diretor

Carlos Eduardo Ferreira da Cruz
Diplomado

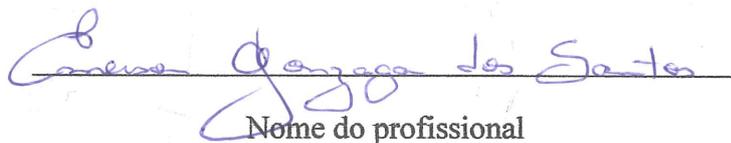
Assis
Reitor

DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO GRAMATICAL

Eu, **Emerson Gonzaga dos Santos**, Portador do RG 2002002154860 - SSP/CE, CPF 012.667.253-93, licenciado em Letras Português/Inglês pela Universidade Federal do Ceará, declaro, para devidos fins, que efetuei a correção dos seguintes aspectos gramaticais dos resumos em Língua Inglesa desta tese intitulada “ASPECTOS DA BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ” de autoria de “MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL” do curso “PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO E UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA”, tais como: concordância verbal/nominal; regência verbal/nominal; ortografia; pontuação; morfossintaxe. Além disso, averigui a coesão e a coerência textuais. Outras dimensões do texto também foram verificadas, como, por exemplo, a ambiguidade de frases ou palavras, repetição das palavras, adequação do vocabulário, ordem estrutural das frases e inteligibilidade do texto com o objetivo de tornar o texto mais claro e acessível ao leitor.

Por ser verdade, firmo o presente

Fortaleza, 01 de março de 2016.


Nome do profissional



República Federativa do Brasil
Ministério da Educação

Universidade Federal do Ceará
Centro de Humanidades

O Reitor da Universidade Federal do Ceará, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão de Curso de Graduação em LETRAS, confere o título de LICENCI. EM LETRAS - HAB. EM PORTUGUÊS-INGLÊS-LITERATURA a

Emerson Gonzaga dos Santos

e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2010.

[Assinatura]
Diretor

Emerson dos Santos
Diplomado

[Assinatura]
Reitor

CURSO DE LETRAS, RECONHECIDO PELA
LEI FEDERAL Nº 9503, DE 25/01/1961, D.O.U. DE 26/01/1961

Prof. Jesuáido Pereira Farias
Reitor da UFC

Maria de Fátima Oliveira Costa
Diretora do Centro de Hímanidades

Nome do Diplomado					EMERSON GONZAGA DOS SANTOS				
Pai					JOSE MARIA ALVES DOS SANTOS				
Mãe					MARIA IVANILDE GOZANGA DOS SANTOS				
Nacionalidade			Estado		Nascimento			Identidade	
BRASILEIRA			CE		18/6/1984			2002002154860	
Conclusão do Curso			Órgão Expedidor		Data da Colação				
DEZEMBRO/2009			SSP-CE		21/12/2009				
Nº do Registro		Livro	Folha	Processo		Data			
87003		CCF-98	228	588110-12		26.02.10			
<p><i>Maria do Socorro Ferrelha Albuquerque</i> Maria do Socorro Ferrelha Albuquerque Divisão de Memória e Documentação COPIC - PROGRAD - UFC</p>									

