

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**ABELHAS SILVESTRES DE UMA ÁREA PROTEGIDA DA
COSTA NORTE DA BAHIA: DIVERSIDADE, RECURSOS
TRÓFICOS E NIDIFICAÇÃO**

PATRICIA LUIZA DE OLIVEIRA REBOUÇAS

**CRUZ DAS ALMAS / BAHIA
2016**

ABELHAS SILVESTRES DE UMA ÁREA PROTEGIDA DA COSTA NORTE DA BAHIA: DIVERSIDADE, RECURSOS TRÓFICOS E NIDIFICAÇÃO

Patricia Luiza de Oliveira Rebouças

Bióloga

Universidade Federal da Bahia, 1996

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientadora: Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

Coorientadora: Profa. Dra. Geni da Silva Sodré

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

**CRUZ DAS ALMAS / BAHIA
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

R292a	<p>Rebouças, Patrícia Luiza de Oliveira.</p> <p>Abelhas silvestres de uma área protegida da Costa Norte da Bahia: diversidade, recursos tróficos e nidificação / Patrícia Luiza de Oliveira Rebouças. _ Cruz das Almas, BA, 2016.</p> <p>187f.; il.</p> <p>Orientadora: Cândida Maria Lima Aguiar. Coorientadora: Geni da Silva Sodré.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Abelhas silvestres. 2.Diversidade biológica – Avaliação. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Carvalho, Carlos Alfredo Lopes de. III.Título.</p> <p>CDD: 638.1</p>
-------	--

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**

**ABELHAS SILVESTRES DE UMA ÁREA PROTEGIDA DA
COSTA NORTE DA BAHIA: DIVERSIDADE, RECURSOS
TRÓFICOS E NIDIFICAÇÃO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE
Patricia Luiza de Oliveira Rebouças**

Realizada em 26 de Fevereiro de 2016

Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça
Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS
Examinador Interno (Orientadora)

Profa. Dra. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB
Examinador Interno

Profa. Dra. Miriam Gimenes
Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS
Examinador Externo

Profa. Dra. Maise Silva Santana dos Santos
Faculdade de Tecnologia e Ciências / FTC
Examinador Externo

Profa. Dra. Marileide Dias Saba
Universidade do Estado da Bahia / UNEB
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Às mulheres da minha vida,

À Minha Avó Áurea, sábia matriarca,
que se foi quando eu gerava esse
projeto...saudades.

(in memoriam)

À Vinina Ferreira, meu grande amor,
minha mulher, companheira, parceira,
amiga, constante apoio e dedicação
em cada segundo desse doutorado.

À Luiza, minha mãe, admiração,
respeito, inspiração de vida, amor e
proteção.

À minha filha Marina, minha maior
conquista, meu eterno amor.

À minha tia e madrinha Silvia, que
sempre alimentou minha fome de
conhecimento, a quem tenho enorme
admiração e amor.

Às minhas amadas e dedicadas
irmãs, Ana Luiza e Daniela, minhas
amigas para toda a vida.

*Mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal!
Por te cruzarmos, quantas mães
choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!
Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.*

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

À Família Lanzuda, minhas raízes, meu porto seguro!

À minha orientadora Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça pela disponibilidade em orientar este projeto, pelas críticas e confiança.

À Profa. Dra. Geni da Silva Sodré pela coorientação, atenção, paciência e confiança.

Ao Prof. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho pela oportunidade, confiança, pela atenção despendida durante todo período do doutorado, por compartilhar seus conhecimentos enquanto professor, coordenador e líder.

À Profa. Dra. Miriam Gimenes, por me apresentar ao fantástico mundo das abelhas e suas interações, por acreditar que iria conseguir superar todas as minhas dificuldades e por sempre poder contar com sua ajuda tanto profissional quanto pessoa, sendo sempre meu anjo da guarda.

Aos proprietários da RPPN Dunas de Santo Antônio, Dr. Paulo Roberto Álvaro de Souza e Sra. Lindaura Soares de Carvalho por me permitirem utilizar a área de estudo.

À família LAMIV (Laboratório de Micromorfologia Vegetal – UEFS), Dra. Cláudia Elena Carneiro, Dr. Francisco de Assis e Dr. Paulino Oliveira pelo apoio em todas as etapas das análises polínicas, carinho e aconchego.

Ao Dr. Marcos Dórea pela orientação nas análises polínicas, amizade, atenção, tranquilidade e otimismo constante em todos momentos dessa jornada.

Aos colegas Hosana Amorim, Murilo Miranda e Vinina Ferreira pelo apoio nas atividades de campo e laboratório, e principalmente pela nossa grande amizade.

Aos companheiros do LENT (Laboratório de Entomologia da UEFS), pelo total apoio em grande parte desse projeto, carinho e boa convivência durante 12 anos. Lugar onde aprendi a conhecer e a amar todos os insetos!!

À Profa. Dra. Favízia Freitas e ao Prof. Dr. Fernando Zanella pela identificação das abelhas.

Ao Prof. Dr. Luciano Paganucci de Queiroz e Erivaldo Pereira Queiroz pela identificação das espécies vegetais.

Ao Prof. Dr. Sérgio Andena, curador do Coleção Johann Becker do Museu de Zoologia da UEFS por manter e preservar os espécimes das abelhas estudadas.

Ao Prof. Dr. Freddy Bravo pela utilização das instalações e equipamentos do LASIS/UEFS (Laboratório de Sistemática), acolhimento, carinho e atenção sempre recebida por todos os integrantes do LASIS.

Aos colegas do Grupo Insecta, pelo estímulo, colaboração e atenção durante todo o doutorado. Em especial Cátia, Vandira, Welinton (+ eu = quarteto fantástico), Bia, Gabriela, Cerilene, Generosa, Adailton, Eloi, Pat, Eliaber, ...

Aos “Amigos do Vale” do Rio São Francisco (Edivânia, Beto, Cida, Carlos, Roberto, Marcleide, Manu, Bruno, Luzania e Mariana, pelo apoio incondicional ao longo de todo doutorado, muitos conselhos e por compreenderem a minha ausência.

Às Yo, Moni e Tai, pela grande ajuda e carinho no momento que mais precisei de um cantinho e colo em Cruz.

À família Rebouças Santos, pelo aconchego, atenção, ajuda e acima de tudo compreensão recebida pelos meus sobrinhos Inácio Lourenço e Orlando Januário, meu cunhado irmão Marcos Santos e minha irmã Dani.

Aos amigos Fátima e Hermano pela atenção, carinho, ajuda constante e pelos diversos conselhos.

À Universidade do Estado da Bahia, pela concessão da bolsa de estudo junto à PPG (Pró-reitoria de Pós-graduação UNEB).

Aos colegas do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (UNEB) pelo apoio, atenção e carinho sempre encontrado ao longo desses quatro anos. Em especial a Dra. Kátia Siqueira, Dr. José Osmã Moreira, Maira, Gisa, Dêra,

À coordenação do Laboratório de Palinologia (UNEB- Senhor do Bonfim), por disponibilizar as instalações e equipamentos para as análises polínicas.

À Universidade Estadual de Feira de Santana pelo apoio logístico e de infraestrutura que foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado.

À FAPESB (bolsa AT1 e bolsa PP3) pelo apoio financeiro.

Aos integrantes da banca examinadora da qualificação e da defesa, pelos comentários e sugestões apresentadas com o objetivo de valorizar o trabalho.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me auxiliaram em algum momento do doutorado.

Aos amigos, amigas e colegas que compreenderam as minhas ausências e souberam esperar pacientemente.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
REFERENCIAL TEÓRICO	1
ARTIGO 1	
OCUPAÇÃO DE NINHOS ARTIFICIAIS POR ABELHAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA ÁREA RESTRITA DA APA LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL	20
ARTIGO 2	
AS ABELHAS SILVESTRES (HYMENOPTERA, APOIDEA) DE UMA ÁREA RESTRITA DE DUNAS COSTEIRAS TROPICAIS: DIVERSIDADE E RELAÇÕES TRÓFICAS	74
ARTIGO 3	
RESÍDUO POLÍNICO DE PROVISÕES LARVAIS DE ABELHAS SOLITÁRIAS EM UMA ÁREA DE DUNAS COSTEIRAS TROPICAIS	131
CONSIDERAÇÕES FINAIS	185

ABELHAS SILVESTRES DE UMA ÁREA PROTEGIDA DA COSTA NORTE DA BAHIA: DIVERSIDADE, RECURSOS TRÓFICOS E NIDIFICAÇÃO

Autora: Patricia Luiza de Oliveira Rebouças
Orientadora: Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo geral conhecer a comunidade de abelhas de uma área de dunas na costa norte da Bahia, investigando aspectos relacionados a utilização de recursos tróficos e a biologia de nidificação de abelhas que utilizam cavidades pré-existentes. Este estudo foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural Dunas de Santo Antônio, entre maio/2005 a novembro/2007. Dos 195 ninhos fundados, emergiram 386 indivíduos pertencentes às espécies *Centris tarsata*, *C. analis*, *C. trigonoides*, *Euglossa cordata* e *Tetrapedia diversipes*. *C. tarsata* foi a espécie mais abundante e *C. analis* a mais constante. Nas coletas em flores foram capturadas 73 espécies de abelhas em 41 espécies plantas. *Xylocopa cearensis* e *Centris decolorata* foram as abelhas mais abundantes, dominantes e constantes. A sobreposição do nicho trófico variou de zero a 0,87, sendo o maior valor encontrado para *Centris spilopoda* e *Centris caxienses*. Um total de 26 tipos polínicos, relacionados a 17 famílias botânicas foram identificados. Destes, oito tipos foram encontrados nos resíduos polínicos de ninhos de *C. tarsata*, 13 em ninhos de *C. analis*, 11 em ninhos de *C. trigonoides* e 22 em ninhos de *T. diversipes*. Os tipos polínicos *Cuphea brachiata*, *Chamaecrista ramosa* e *Byrsonima sericea* foram comuns na dieta dessas abelhas. *Centris tarsata* e *C. trigonoides* apresentaram alta sobreposição de nicho trófico (0,92), enquanto para as demais abelhas os valores variaram entre 0,26 a 0,33. As informações contidas nesse estudo contribuirão para a ampliação do conhecimento sobre a apifauna e a flora apícola dos ambientes de dunas costeiras, auxiliando na compreensão das interações entre abelhas e flores nesses ambientes.

Palavras chave: *Centris*, restinga, ninhos-armadilhas, abelhas solitárias, pólen, entomopalinologia.

WILD BEES OF A PROTECTED AREA ON THE NORTH COAST OF BAHIA: DIVERSITY, TROPHIC RECOURSES AND NESTING

Author: Patricia Luiza de Oliveira Rebouças

Adviser: Dra. Cândida Maria Lima Aguiar

ABSTRACT: This study aims to increase our knowledge of the bee community within an area of sand dunes on the north coast of Bahia. We investigated aspects related to the use of trophic resources and the biology of the nesting of bees that use pre-existing cavities. This study was carried out in the Private Reserve of Natural Heritage Dunas de Santo Antônio between May 2005 and November 2007. From the 195 nests built, 386 individuals emerged, belonging to the following species: *Centris tarsata*, *C. analis*, *C. trigonoides*, *Euglossa cordata* and *Tetrapedia diversipes*. *C. tarsata* was the most abundant species, while *C. analis* was the most constant. Seventy-three bee species were captured from 41 plant species in collections from flowers. *Xylocopa cearensis* and *Centris decolorata* were the most abundant. The trophic niche overlap varied from zero to 0.87, with *Centris spilopoda* and *Centris caxienses* presenting the highest values. A total of 26 pollen types, relating to 17 botanical families, were identified. Of these, eight types were found on pollen residue from the nests of *C. tarsata*, 13 from *C. analis*, 11 from *C. trigonoides* and 22 from *T. diversipes*. The pollen types *Cuphea brachiata*, *Chamaecrista ramosa* and *Byrsonima sericea* were most frequently found in the diet of these bees. *Centris tarsata* and *C. trigonoides* presented high trophic niche overlap (0.92), while values for the other bees varied between 0.26 and 0.33. The information contained in this study will broaden knowledge of bee fauna and flora in costal dune environments, supporting an understanding of the interactions between bees and flowers within these environments.

Key words: *Centris*, restinga, trap-nests, solitary bees, pollen, entomopalynology.

REFERENCIAL TEÓRICO

As abelhas desempenham um dos mais importantes serviços ambientais existentes, a polinização (Daily, 1997). Esse serviço é considerado de grande valor econômico por estar relacionado à manutenção da biodiversidade em áreas naturais e também à produção de alimentos (Nabhan e Buchmann, 1997; Ricketts et al., 2004). Considerando todos os polinizadores, estima-se que em torno de 70% das plantas cultivadas mundialmente dependam de alguma espécie de abelha para transferência do seu pólen (Klein et al., 2007).

Além disso, a fragmentação dos habitat naturais e seminaturais e uso intensivo da terra pela ação do homem ameaçam a biodiversidade (Fahrig, 2003; Steffan-Dewenter et al., 2006) e afetam os serviços de polinização (Jennersten, 1988; Cunningham, 2000). Da mesma forma, a simplificação da estrutura da paisagem promove a redução de polinizadores e interfere diretamente na produtividade de muitas culturas (Kremen et al., 2002). A crise da polinização, ocasionada pela redução das populações de abelhas, vem gerando uma grande preocupação mundial, pois 33% da alimentação humana dependem de plantas polinizadas por esses insetos (Klein et al., 2007).

O Brasil possui uma alta diversidade de abelhas solitárias (Silveira et al., 2002; Garofalo et al., 2004). Algumas dessas abelhas são conhecidas como potenciais polinizadores de plantas silvestres de ambientes costeiros (Costa e Ramalho, 2001; Ramalho e Silva, 2002; Oliveira-Rebouças e Gimenes 2004; Gimenes e Lobão, 2006; Pigozzo et al., 2006, Ramalho e Rosa, 2010), no cerrado (Franco e Gimenes, 2011; Sazan et al., 2014), da caatinga (Machado e Sazima, 2008); bem como de espécies frutíferas de interesse econômico como murici (Rego e Albuquerque, 2006), caju (Freitas e Paxton, 1998), acerola (Freitas et al, 1999, Vilhena e Augusto, 2007; Oliveira e Schilindwein, 2009; Siqueira et al., 2011, Guedes et al., 2011, Oliveira et al., 2013), maracujá (Siqueira et al., 2009, Gaglianone et al., 2010, Cavalcante et al., 2012; Vilhena et al., 2012; Yamamoto et al., 2012; Junqueira et al., 2013;; Yamamoto et al., 2014), abóbora (Krug et al., 2010) e tamarindo (Castro, 2002).

Há lacunas de conhecimento a respeito de como manter as populações de abelhas solitárias nas áreas naturais e cultivadas. Sabe-se que a

manutenção desses polinizadores nativos em paisagens naturais e agrícolas depende de recursos-chaves tais como: sítios de nidificação, disponibilidade de alimento, materiais para a construção dos ninhos e controle de inimigos naturais (Westric, 1996; Yamamoto et al., 2012; Carvalho et al., 2013). Todavia, o modelo agrícola dominante tem exaurido os recursos naturais das áreas de entorno das plantações provocando impactos alarmantes e degradação excessiva dos agroecossistemas (Gliessman, 2001).

Os inventários de abelhas

Os estudos sobre o conhecimento da fauna de abelhas no Brasil utilizando metodologia padronizada, foram iniciados no final da década de 60, século XX, (Sakagami et al., 1967). Deste período até a atualidade, foram desenvolvidos estudos em Dunas e Restingas litorâneas e apresentaram informações sobre a composição da apifauna associada à flora (Zanella, 1991; Zanella et al., 1998; Gottsberger et al., 1998; Alves-dos-Santos, 1999; Viana e Kleinert, 2006; Albuquerque et al., 2007; Gimenes et al., 2007; Oliveira et al., 2010; Silva et al., 2015), sobre as interações abelha-planta (Costa et al., 2002; Oliveira-Rebouças e Gimenes, 2004; Gimenes e Lobão, 2006; Gimenes, 2007; Araújo et al., 2009; Ribeiro et al., 2008; Ramalho e Rosa, 2010; Oliveira-Rebouças e Gimenes, 2011) e sobre nicho trófico das abelhas solitárias (Madeira-da-Silva e Martins, 2003; Viana e Kleinert, 2006; Figueiredo et al., 2013).

Alguns estudos foram desenvolvidos em ambientes costeiros utilizando o método de ninhos-armadilha (Silva et al., 2001, Aguiar e Martins, 2002). Esse método de coleta foi inicialmente estabelecido por Krombien (1967) para investigar a história de vida de abelhas, vespas e organismos associados que nidificam em cavidades preexistentes. Os ninhos-armadilha possibilitam a obtenção de informações sobre as espécies de abelhas solitárias que vivem nas áreas e não somente daquelas que estão forrageando, além de fornecerem dados sobre a biologia reprodutiva, biologia de nidificação e ecologia trófica desses insetos (Silva et al., 2001; Viana et al., 2001; Silva e Viana, 2002; Aguiar e Martins, 2002; Madeira-da-Silva, 2004; Aguiar et al., 2005; Bernardino

e Gaglianone, 2008; Gazola e Garofalo, 2009; Oliveira e Schilindwein, 2009; Pina e Aguiar, 2011).

Tanto ninhos-armadilha quanto a coleta ativa com rede entomológica são métodos que fornecem informações relevantes devido as suas peculiaridades, isso porque os dados de riqueza e abundância de abelhas são melhores obtidos quando os métodos são utilizados em conjunto (Pinheiro-Machado e Silveira, 2006).

Hábitos de nidificação e recursos utilizados nas provisões

Os locais para nidificação são essenciais para as abelhas, tanto quanto o alimento, e essas necessitam de sítios para construção de ninhos diferenciados. Fêmeas de espécies de abelhas solitárias escavam e constroem os seus ninhos, coletam e estocam alimento para a prole e por último ovipositam. Há grandes variações nos hábitos de nidificação: algumas espécies escavam túneis no solo plano ou inclinado, ou em madeira para a construção de seus ninhos, ocupam gomos de bambu, ninhos abandonados, cupinzeiros, cavidades preexistentes em árvores ou orifícios em paredes de alvenaria (Roubik, 1989).

A intensa atividade das fêmeas de abelhas solitárias em busca de materiais (óleos florais, resina, folhas e resíduos vegetais) para construção de ninhos e provisões de células de cria (pólen, néctar e óleos florais) (Neff e Simpson, 1981) gera uma coesa relação entre essas abelhas e as plantas, muitas vezes resultando na polinização das plantas fornecedora desses recursos.

A carga polínica transportada pelas abelhas e o pólen estocados nos ninhos guardam importantes informações sobre os recursos florais utilizados no provisionamento das células de cria (Aguiar, 2003). Alguns estudos em áreas naturais (Ramos et al., 2007; Ribeiro et al., 2008) e de cultivos de acerola (Vilhena e Augusto, 2007; Vilhena et al., 2012; Oliveira e Schilindwein, 2009; Santos et al., 2013) encontraram uma grande quantidade de tipos polínicos, principalmente da família Malpighiaceae, nos ninhos de *Centris*. A fidelidade floral entre espécies de abelhas solitárias e algumas famílias de plantas também foi observada para *Ptilothrix plumata* e Malvaceae (Schilindwein et al.

2009), *Peponapis fervens* e Curcubitaceae (Krug et al., 2010), *Epicharis metatarsalis* e Tiliaceae (Thiele e Inouye, 2007), *Centris analis* e Leguminosae-Caesalpinioideae, Leguminosae-Papilionoideae e Solanaceae (Mendes e Rêgo, 2007; Santos et al., 2013), *Tetrapedia diversipes* e Onagraceae (Menezes et al., 2012) e Euphorbiaceae (Neves et al., 2014).

Os resíduos polínicos também podem revelar as fontes de recursos tróficos das abelhas, por representarem uma amostra do pólen depositado pela fêmea nas provisões (Villanueva-Gutiérrez e Roubik, 2004). Os primeiros estudos sobre os resíduos polínicos de ninhos-armadilha de abelhas do gênero *Centris* foram realizadas na Caatinga. A análise indicou alta porcentagem de tipos polínicos *Chamaecrista ramosa*, *Senna rizzini* (Leguminosae-Caesalpinioideae), *Zornia echinocarpa* (Leguminosae-Papilionoideae), *Solanum paniculatum* (Solanaceae) e *Byrsonima vacciniifolia* (Malpighiaceae) (Dórea et al., 2009; Dórea et al 2010a, 2010b; Dórea et al.,2013).

Utilização de ninhos-armadilha no manejo de polinizadores de culturas

O emprego da técnica de ninhos-armadilha (Krombier, 1967) pode ser aplicada para o manejo e criação de abelhas solitárias para polinização de culturas (Garofalo et al., 2012). Em estudos recentes, onde os ninhos-armadilha foram introduzidos em áreas de pomares de acerola (Magalhães e Freitas, 2013) e de maracujá (Yamamoto et al., 2014), foi observado que o incremento de populações de abelhas conseguiu aumentar a produção de frutos e reduzir o déficit de polinização.

Diante da crise dos polinizadores, as abelhas silvestres vêm se tornando cada vez mais importante para a produção agrícola (Nabhan e Buchmann, 1997). Nos Estados Unidos e Europa, por exemplo, as abelhas solitárias dos gêneros *Megachile* e *Osmia* já vêm sendo utilizadas na polinização direcionada em diversos pomares e plantações de alfafa (Bosch e Kemp, 2000).

Na Europa, *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) foi utilizada como indicador do efeito da interação entre paisagens agrícolas e naturais (Holzschuh et al., 2013). Esse estudo indicou que o número de células de cria e a quantidade de pólen de canola nas provisões dos ninhos de *O. bicornis* foram superiores nas

plantações próximas às pradarias quando comparados a ninhos obtidos em áreas isoladas (Holzschuh et al., 2013).

Em um estudo desenvolvido em plantações de trigo na Alemanha, relacionado à ecologia da paisagem, foi observado que a conversão de áreas cultivada e naturais foi insuficiente para promover o aumento da diversidade de vespas e abelhas que ocupavam ninhos-armadilhas, uma vez que, essas populações sofrem mais com o isolamento do que com a perda de habitat (Holzschuh et al., 2010). Esses autores sugeriram que a conectividade dessas paisagens pode ser melhorada com o manejo orgânico e a manutenção de bordas mais densas, garantindo assim a polinização.

Além disso, a composição e a configuração da paisagem afetam os níveis tróficos de forma diferente e são mais relevantes do que o uso intensivo do solo, uma vez que a diversidade de abelhas e vespas em ninhos-armadilha foi influenciada pela heterogeneidade da paisagem, enquanto seus parasitas se beneficiavam com a conectividade das paisagens (Steckel et al., 2014).

Importância da conservação de áreas naturais

No Brasil, existem paisagens naturais que abrigam uma diversidade biológica ainda pouco conhecida, tornando-as áreas vulneráveis, como por exemplo, a Área de Preservação Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia (APA/LN) é uma unidade de conservação, inserida no cordão geral de dunas, que se estende ao longo da fachada Atlântica, da Bahia até Sergipe, apresentando diversos ecossistemas e paisagens naturais, como: remanescentes de Mata Atlântica, restingas, dunas, praias, recifes coralíneos, áreas úmidas (brejos e lagoas) e manguezais em seis estuários (BAHIA, 1992). O conhecimento da biodiversidade presente na APA/LN é um argumento forte para apoiar a preservação de espécies locais, podendo determinar o tipo de gerenciamento e estabelecer prioridades no uso racional dessa área (FARIA, 2013).

Dunas e restingas são ecossistemas inseridos no domínio do Bioma Mata Atlântica, típico das planícies litorâneas, formados por sedimentos quaternários originados pelas últimas transgressões marinhas decorrentes de mudanças paleoambientais (Silva, 1990; Rocha, 2000; Menezes, 2007). Além

disso, são constituídas de áreas abertas, apresentando ventos fortes e constantes, salinidade, elevada irradiação solar, erosão do solo arenoso (Lacerda e Esteves, 2000) com vegetação herbácea arbustiva (Araújo et al., 2009) e o predomínio de abelhas solitárias grandes e robustas, as quais estão adaptadas a essas condições (Gottsberger et al., 1988; VIANA, 1999; Oliveira-Rebouças e Gimenes, 2004; Figueiredo et al., 2013). Abrigando uma apifauna diversa responsável pela polinização de inúmeras espécies vegetais que compõe a flora dos ambientes costeiro.

Esse estudo gerou informações sobre as espécies de abelhas solitárias da costa norte da Bahia, tais como, riqueza, biologia de nidificação, biologia reprodutiva, inimigos naturais, mortalidade, sazonalidade de fundação e emergência, preferência alimentar, flora associada aos recursos alimentares de jovens e adultos, relações tróficas e variação sazonal das fontes de alimento. Desta forma, esses dados poderão ser utilizados na escolha de espécies de abelhas manejáveis para incremento da polinização de espécies de plantas silvestres e agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n.3, p. 457-467, 2003.

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, p.101-116, 2002.

AGUIAR, C.M.L., GIMENES, M. OLIVEIRA-REBOUÇAS, P.L. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea), p. 259-277. In: FA JUNCÁ, F FUNCHE W ROCHA (eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: MMA. 422p.:Il.2005.

ALBUQUERQUE, P.M.C.; CAMARGO, J.M.F.; MENDONÇA, J.A.C. Bee Community of a Beach Dune Ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n. 6, p.1005 -1018, 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Revista Brasileira de Entomologia, São Paulo, v.43, p. 191-223, 1999.

ARAÚJO, R.R.; SANTOS, E.D.; PEREIRA, R.G.; SARAIVA, J.P.B.; FREITAS J.D.B. Ocorrência de abelha da tribo Centridini como agente polinizador do muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia*) no tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Verde**, v.4, n.4, p. 135 -138, 2009.

BAHIA. Decreto nº 1.046 de 17 de março de 1992. Cria a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia e dá outras providências. Salvador: **Diário Oficial do Estado**, 1992.

BERNARDINO, A.S.; GAGLIANONE, M.C. Nest Distribution and Nesting Habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera; Apidae) in a Restinga Area in Northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 434-440, 2008.

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

CARVALHO, D.M.; AGUIAR, C.M.L.; SANTOS, G.M.M. Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. **Sociobiology**, v. 60, p. 283-288, 2013.

CAVALCANTE, M.C.; OLIVEIRA, F.F.; MAUÉS, M.M.; FREITAS B.M. Pollination Requirements and the Foraging Behavior of Potential Pollinators of Cultivated Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, p. 1-9, 2012.

- COSTA, C. B. N., COSTA, J.A.S.; RODARTE A.T.A.; JACOBI, C.M.
Comportamento de forrageio de *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* Duck, 1910 (Apidae) em *Waltheria cinerascens* A. St. Hil. (Malvaceae) em dunas costeiras (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, v. 21, p.23–28, 2002.
- COSTA, J.A.S.; RAMALHO, M. Ecologia da polinização em ambientes de Duna Tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sitientibus, série Ciências Biológicas**, v.1, p.135–145, 2001.
- CUNNINGHAM, S. A. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. **Proceedings of the Royal Society**, London, v. 267, p.1149-1152. 2000.
- DAILY, G.C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC.: Island Press, 392p., 1997.
- DÓREA, M.C.; SANTOS, F.A.R.; LIMA, L.C.L.; FIGUEROA, L. Análise Polínica do Resíduo Pós-emergência de Ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, v.38, p.197-202. 2009.
- DÓREA, M. C.; AGUIAR, C.M.L.; FIGUEROA, L.E.R.; LIMA, L.C.L.; 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, 2010a.
- DÓREA, M. C.; AGUIAR, C.M.L.; FIGUEROA, L.E.R.; LIMA, L.C.L., SANTOS F.A.R. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. **Apidologie**, v.41, p. 557–567, 2010b.
- DÓREA, M.C.; AGUIAR, C.M.L.; LIMA, L.C.L.; FIGUEROA, L.E.R.; SANTOS, F.A.R. A study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in the Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. **Grana (Stockholm)**, v. 52, p. 122–128, 2013.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FARIA, G.A. Natureza, apropriação e resistência: contradições na dinâmica de ocupação territorial da zona litorânea de Mata de São João-Bahia. 220p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Social), Universidade Católica do Salvador, Brasil, 2013.

FIGUEIREDO, N.; GIMENES, M.; MIRANDA, M.D.; OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. *Xylocopa* Bees in Tropical Coastal Sand Dunes: Use of Resources and Their Floral Syndromes. **Neotropical Entomology**, v.42, p. 252-257. 2013.

FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M.. (Org.).

Polinizadores no Brasil - Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 183-202 p., 2012

FRANCO, E.L.; GIMENES, M. Pollination of *Cambessedesia wurdackii* in Brazilian campo rupestre vegetation, with special reference to crepuscular bees. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 97, 2011.

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* L.) 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., BRANDÃO, G.F.; ARAÚJO, Z.B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.133, p. 303-311, 1999.

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 Austral** v.14, n.1; p152-164;. 2010.

GAROFALO CA, MARTINS, CF, AGUIAR, CML, DEL LAMA MA, ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (orgs.). **Polinizadores do Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 183-203., 2012.

GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; AGUIAR, C.M.L.; DEL LAMA, M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. As Abelhas Solitárias e Perspectivas para seu Uso na Polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-GARÓFALO, C.A.; MARTINS, C.F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **The Brazilian Solitary Bee Species Caught in Trap Nests**. In: Freitas, B.M. **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 285p. il., 2004.

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.

GIMENES, M. Polinização de *Vochysia lucida* C. Presl (Vochysiaceae) em uma área de restinga na Bahia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 465-470, 2007.

GIMENES, M.; LOBÃO, C.S. A Polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na Restinga, BA. **Neotropical Entomology**, v.35, p.440-445, 2006.

GIMENES, M.; OLIVEIRA-REBOUCAS, P.L.; ALMEIDA, G.F. Estudo das interações entre abelhas e flores em um ecossistema de restinga na Bahia. **Sitientibus. Série Ciências Biológicas**, v. 7, p. 347-353, 2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. A bee pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Botanische Jahrbücher für Systematik**, v.109, p. 469- 500, 1998.

GUEDES, R. S.; ZANELLA, F.C.V.; MARTINS, C.F.; SCHLINDWEIN, C. Déficit de polinização da aceroleira no período seco no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 465-471, 2011.

HOLZSCHUH, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? **Journal of Animal Ecology**, v79. p. 491–500, 2010.

HOLZSCHUH, A.C.; DORMANN F.; TSCHARNTKE, T.; STEFFAN-DEWENTER, I. Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. **Oecologia**, v.172, p.477–484, 2013.

JENNERSTEN, O. Pollination in *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. **Conservation Biology** v.2, p. 359-366, 1988.

JUNQUEIRA, C.N.; YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P.E.; HOGENDOORN, K.; AUGUSTO, S.C. Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. **Apidologie**, v.44, p.729–737, 2013.

KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**. v. 274, p.303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N .M.; THORP, R.W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v.99, p. 16812-16816, 2002.

KROMBEIN, K.V. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates**. Washington: Smithsonian Press, 510 p., 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.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; CANE, J. Visiting bees of Cucurbita flowers (Cucurbitaceae) with emphasis on the presence of *Peponapis fervens* Smith (Eucerini - Apidae) - Santa Catarina, Southern Brazil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 14, p. 128-135, 2010.

LACERDA, L.D.; ESTEVES, F.A. **Restingas Brasileiras: Quinze anos de Estudo**. In: **Ecologia das restingas e das Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro. ESTEVES, F. A. e LACERDA, L.D. ed. NUPEM/UFRJ. 2000.

MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. Pollination and breeding system of *Melochia tomentosa* L. (Malvaceae), a keystone floral resource in the Brazilian Caatinga. **Flora**, v.203, p. 484–490, 2008.

MADEIRA-DA-SILVA, M. C. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em habitat de Restinga na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil: abundância, diversidade, sazonalidade e interações com as plantas. Tese (Doutorado em Zoologia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 147 p., 2004.

MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; MARTINS, C.F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, nordeste do Brasil: abundância,

diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, p.75-90, 2003.

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**, v. 44, p. 234-239, 2013.

MENDES, F.N.; RÊGO, M.M. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n.3, p.382-388. 2007.

MENEZES, C.M. A vegetação de restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da evolução quaternária da zona costeira: estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de São João, Bahia. Dissertação (mestrado em Geologia). Universidade Federal da Bahia. 96p., 2007.

MENEZES, G.B.; GONÇALVES-ESTEVEZ, 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, p.86–94, 2012.

NABHAN, G.P.; BUCHMANN, S. **Services provided by pollinators**. In. DAILY, G.C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC.: Island Press. 392p.,1997.

NEEF, J.L.; SIMPSON, B.B. Oil-Collecting Structure in the Anthophoridae (Hymenoptera): Morphology, Function, and Use in Systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v 54, n 1, p.95-123, 1981.

NEVES CML, CARVALHO CAL, MACHADO CS, AGUIAR CML, SOUSA FSM. Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae:Tetrapediini) in a tropical agroecosystem. **Grana**, v.53, p.302-308, 2014.

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, p.265-273, 2009.

OLIVEIRA, F.S.; MENDONÇA, M.W.A.; VIDIGAL, M.C.S.; RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, p.82-90, 2010.

OLIVEIRA, G.A.; AGUIAR, C.M.L.; SILVA, M.; GIMENES, M. *Centris aenea* (Hymenoptera, Apidae): a Ground-nesting Bee with High Pollination Efficiency in *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae). **Sociobiology**, v. 60, p. 317-322, 2013.

OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. L. O.; GIMENES, M. Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 33, n.3, p. 315-320, 2004.

OLIVEIRA-REBOUCAS, P.L.; GIMENES, M. Potential pollinators of *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) and *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin and Barneby var. *ramosa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), in restinga, Bahia, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 343-351, 2011.

PIGOZZO, C.M.; VIANA, B.F.; SILVA, F.O. A interação entre *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae) e seus visitantes nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Lundiana**, v. 7, p. 47-53, 2006.

PINA, W.C.; AGUIAR, C.M.L. Trap-nesting Bees (Hymenoptera: Apidae) in Orchards of Acerola (*Malpighia emarginata* DC) in a Semiarid Region in Brazil. **Sociobiology**, v.58, p. 379-392, 2011.

PINHEIRO-MACHADO, C.; SILVEIRA, F.A. Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. In: IMPERATRIZ-

FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M.; DE JONG, D. (Ed.). **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos, p. 25-37, 2006.

RAMALHO, M.; SILVA, M. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitentibus. Série Ciências Biológicas**, v. 2, p. 34-43, 2002.

RAMALHO, M.; ROSA, J.F. Ecological interaction between the tiny keel flowers of *Stylosanthes viscosa* Sw. (Faboideae) and the large bee *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910 (Apoidea, Hymenoptera), in tropical sand dune. **Biota Neotropical**, v.10, p. 93-98, 2010.

RAMOS, M.; MENDES, F.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. Nidificação e forrageamento de *Centris* (*Ptilotopus*) *maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, p. 1006–1010, 2007.

REGO, M.; ALBUQUERQUE, P. **Polinização do Murici**. São Luis: Ministério do Meio Ambiente, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável de Diversidade Brasileira; EDUFMA, 104p., 2006.

RIBEIRO, E.V.K.M.D.; RÊGO, M.M.C.E.; MACHADO, I.C.S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**, v,22, p.165-171, 2008.

RICKETTS, H.T.; DAILY, G.C.; EHRLICH, P.R. e MICHENER, C.D. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.101, n. 34, p.12579-12582, 2004.

ROCHA, C.F.D. Biogeografia de Répteis de Restingas: Distribuição, ocorrência e endemismos. In: ESTEVES, F.A. e LACERTA, L.D. (eds). **Ecologia de**

Restingas e Lagoas costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé – RJ, Brasil. p 99-116, 2000.

ROUBIK, D.W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees.** New York, Cambridge University Press, 514p., 1989.

SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. **Journal of the Faculty of Hokkaido University**, Series VI, Zoology, v.16, p. 252–291, 1967.

SANTOS, R.M.; AGUIAR, C.M.L.; DÓREA, M.C.; ALMEIDA, G.F.; SANTOS, F.A.R.; AUGUSTO, S.C. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. **Apidologie**, v.44, p.630–641, 2013.

SAZAN, M.S.; BEZERRA, A.D.M.; FREITAS, B.M. Oil collecting bees and *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) interactions: the prevalence of long-distance cross pollination driving reproductive success. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p.347-357p. 2014.

SCHLINDWEIN, C.; PICK, R.A.; MARTINS, C.F. Evaluation of oligolecty in the Brazilian bee *Ptilothrix plumata* (Hymenoptera, Apidae, Emphorini). **Apidologie**, v. 40, p. 106-116, 2009.

SILVA, S.M. **Diagnósticos das Restingas no Brasil.** Universidade Federal do Paraná. 27p., 1990.

SILVA, F. O.; VIANA, B. F.; NEVES, E.L. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 30, p.541–545, 2001.

SILVA, F.O.; VIANA, B.F. Distribuição de ninhos de Abelhas *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) em uma área de dunas litorâneas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n.4, p. 661-664, 2002.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, Fernando A. Silveira. 253 p., 2002.

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 (Impresso)**, v. 31, p. 1-12, 2009.

SIQUEIRA, K.M.M.; MARTINS, C.F.; KIILL, L.H.P.; SILVA, L.T. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 18-25, 2011.

STECKEL, J.; WESTPHAL, C.; PETERS, M.K.; BELLACHA, M.; ROTHENWOEHRER, C.; STEFAN, E.; SCHERBER, C.; TSCHARNTKE T., STEFFAN-DEWENTER I. Landscape composition and configuration differently affect trap-nesting bees, wasps and their antagonists. **Biological Conservation**, v.172, p.56–64, 2014.

STEFFAN-DEWENTER, I. Bee Diversity and Plant-Pollinator Interactions in Fragmented Landscapes. In: WASSER, N.M. e OLLERTON, J. **Plant-Pollinator interaction from specialization to generalization**. The University of Chicago Press: E.U.A, p. 387-407, 2006.

THIELE, R.; INOUE, B.D. Nesting biology, seasonality, and mating behavior of *Epicharis metatarsalis* (Hymenoptera: Apidae) in Northeastern Costa Rica. **Annals of the Entomological Society of America**, v.100, p.596–602, 2007.

VIANA, B.F. Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações. Tese (doutorado) São Paulo, São Paulo, Universidade de São Paulo, 171p., 1999.

VIANA, B. F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, 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.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P. Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n.1, p. 53-63, 2006.

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.

VILHENA, A.M.G.F.; RABELO, L.S.; BASTOS, E.M.A.F.; AUGUSTO, S.C. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. **Apidologie**, v. 4, p. 51–62, 2012.

VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; ROUBIK, D.W. Pollen sources of longtongued solitary bees (Megachilidae) in the biosphere reserve of Quitana Rôo, México, p.185-190. In FREITAS B M, PEREIRA J O P (eds) **Solitary bees: conservation, rearing a management for pollination**. Imprensa Universitária, UFC, Fortaleza, 285p., 2004.

WESTRICH, P. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: MATHESON, A. et. al. (ed.). **The conservation of bees**. London: Academic Press, 254p., 1996.

YAMAMOTO, M.; SILVA, C. I.; AUGUSTO, S.C.; BARBOSA, A.; OLIVEIRA, P.E.O. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**, v. 43, p.515–526, 2012.

YAMAMOTO, M.; SILVA, C. I.; AUGUSTO, S.C.; BARBOSA, A.; OLIVEIRA, P.E.O. Estimating crop pollinator population using mark-recapture method. **Apidologie**, v. 45, p.205–214, 2014.

ZANELLA, F.C.V. Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, planície litorânea paranaense, sul do Brasil. Dissertação (mestrado) Curitiba, Paraná, Universidade Federal do Paraná, 1991.

ZANELLA, F.C.V.; SCHWARTZ, FILHO D.L.; LAROCCA, S. Tropical Bee Island Biogeography: Diversity and Abundance Patterns. **Biogeographica**, Paris, França, v. 74, n. 3, p. 103-115, 1998.

ARTIGO 1

OCUPAÇÃO DE NINHOS ARTIFICIAIS POR ABELHAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA ÁREA COSTEIRA NEOTROPICAL, BRASIL¹

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Neotropical Entomology, em versão na língua inglesa.

Ocupação de ninhos artificiais por abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) em uma área costeira neotropical, Brasil

Resumo: Algumas abelhas solitárias estabelecerem seus ninhos em cavidades pré-existentes, permitindo monitorá-las através dos utilizando Ninhos-armadilha (NA), e investigar sua história de vida e organismos associados. Esse estudo analisou aspectos da biologia de nidificação das abelhas solitárias, em área de dunas e restinga da costa norte da Bahia (12°27'20,4" S; 37°56'05,0" W). Os NA ocupados foram levados para o laboratório, aguardou-se a emergência, e em seguida foram feitas as análises da frequência de nidificação, diversidade, taxa de natalidade e mortalidade, inimigos naturais, razão sexual e preferências de sítios de nidificação. Dos 195 ninhos fundados (equivalente a 27,4% de ocupação), emergiram 386 imagos, sendo identificadas 5 espécies de abelhas (*Centris tarsata* Smith, *Centris analis* Fabricius, *Centris trigonoides* Lepeletier, *Tetrapedia diversipes* Klug e *Euglossa cordata* (Linnaeus)). *C. tarsata* foi a espécie mais abundante e *C. analis* a mais constante. *C. tarsata* foi a única espécie que nidificou nos dois tipos de NA disponibilizados, apresentando diferença significativa na ocupação nos NA em cartolina, preferindo tubos maiores. A mortalidade por causas desconhecidas foi mais evidenciada nos estágios adulto (43,3%) e ovo (35,5%), as menores taxas de mortalidade foram encontradas em gomos de bambu. O parasitismo foi associado principalmente a presença de *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera, Apidea) *Anthrax* sp. (Diptera, Bombyliidae) e *Leucospis* sp. (Hymenoptera, Leucospidae).

Palavras-chave: *Centris*, *Tetrapedia*, *Euglossa*, dunas, restinga, ninhos-armadilha.

Artificial nest occupation by solitary bees (Hymenoptera, Apoidea) in a Neotropical coastal, Brazil

Abstract: Some solitary bees establish their nests in pre-existing cavities, enabling monitoring through trap-nests and the investigation of their life history and that of associated organisms. This study examined aspects of the biology of nesting solitary bees that build their nests in trap-nests in a sand dune area on the north coast of Bahia (12°27'20,4" S; 37°56'05,0" W). Traps were taken to the laboratory, where we awaited emergence, followed by analyses of nesting frequency, diversity, birth rates and mortality, natural enemies, sex ratio and preferred nesting sites. There were 195 established nests, equivalent to 27,4 % occupancy, from which 386 juveniles emerged; five bee species were identified (*Centris tarsata* Smith, *Centris analis* Fabricius, *Centris trigonoides* Lepageletier, *Tetrapedia diversipes* Klug and *Euglossa cordata*(Linnaeus). *C. tarsata* was the most abundant species, while *C. analis* was the most constant. *C. tarsata* was the only species observed nesting in both types of trap-nest, there was a significant difference in the occupancy of cardboard trap-nests, with a preference for the larger. Mortality due to unknown causes was more evident in the egg (35,5 %) and newly emerged (43,3 %) stages, while the lowest mortality rates were generally found in the bamboo cane TPs. Parasitism was primarily associated with the presence of *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera, Apoidea), *Anthrax* sp (Diptera, Bombyliidae) and *Leucospis* sp (Hymenoptera, Leucospidae).

Key words: *Centris*, *Tetrapedia*, *Euglossa*, sand dunes, restinga, trap-nests

INTRODUÇÃO

Os ninhos-armadilha (NA) são usados para captura de abelhas e vespas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes (Camillo *et al* 1995, Pereira *et al* 1999, Silva *et al* 2001, Aguiar e Garófalo 2004). Essa técnica permite gerar informações sobre as espécies residentes nas áreas naturais (Vinson *et al* 1988, Viana *et al* 2001, AGUIAR & Martins 2002, Thiele 2004, Aguiar *et al* 2005, Gazola & Garofalo 2009, Mesquita & Augusto 2011, Aguiar *et al* 2013), urbanas (Jesus & Garofalo 2000, Loyola & Martins 2006, Drummont *et al* 2008, Aguiar *et al* 2013) e seminaturais (Pereira & Garofalo 2010) e cultivadas (Oliveira & Schilindwein 2009, Machado 2011, Pina & Aguiar 2011, Martins *et al* 2012, Oliveira 2012, Aguiar & Pina 2012, Santos 2013).

O método dos ninhos-armadilha também possibilita: a identificação de recursos alimentares utilizados por abelhas solitárias através da análise polínica das suas provisões (Quiroz-Garcia *et al* 2001, Rabelo *et al* 2012, 2014, Gonçalves *et al* 2012, Menezes *et al* 2012, Santos *et al* 2013, Rabelo *et al* 2014) e dos resíduos polínicos encontrados nos seus ninhos (Dórea *et al* 2009, Dórea *et al* 2010 a, 2010 b, Machado 2011, Neves *et al* 2014, Sazan 2015); avaliações sobre a interferência da introdução de espécies de abelhas eussociais exóticas sobre a dieta das espécies solitárias (Roubik & Villanueva-Gutiérrez 2009); a identificação dos inimigos naturais (Krombier 1967, Gazola & Garofalo 2009, Mesquita & Augusto 2011); e avaliação da taxa de mortalidade (Aguiar & Pina 2012, Aguiar *et al* 2013).

Os ninhos-armadilha também foram utilizados como ferramenta para investigar o efeito da área e da estrutura do habitat sobre a frequência de fundação de ninhos e riqueza de abelhas (Loyola 2005, Viana *et al* 2006, Loyola & Martins 2011, Matos *et al* 2013), ou ainda para obter dados como fonte de informações sobre a origem do material usado na construção do ninho, forma e posição das células de cria (Mendes & Rego 2007, Vinson *et al* 2010), preferências por locais de nidificação, orientação dos NA e exposição ao sol (Frankie *et al* 1988, Gathmann *et al* 1994, Thiele 2007, Martins *et al* 2012).

Estudos desenvolvidos no domínio Neotropical descreveram a biologia de nidificação de algumas espécies de abelhas solitárias do gênero *Centris* Fabricius, 1804 (Apidae) que nidificam em cavidades pré-existentes, tais como: *Centris analis*

(Fabricius 1804) (Frankie *et al* 1988, 1993, Morato *et al* 1999, Jesus & Garófalo 2000, Aguiar & Martins 2002, Oliveira e Schlindwein 2009, Vinson *et al* 1996, 2010), *C. difformis* (Thiele 2007), *C. dichrootricha* (Moure 1945) (Morato *et al* 1999, Thiele 2007), *C. labrosa* (Thiele 2007) *C. tarsata* Smith, 1874 (silva *et al* 2001, Aguiar & Martins 2002, Aguiar & Garofalo 2004, Buschini & Wolff 2006, Mendes & Rego 2007), *C. terminata* Smith, 1874 (Morato *et al* 1999, Drummont *et al* 2008), *C. trigonoides* Lepeletier, 1841 (Frankie *et al* 1988, 1993, Aguiar *et al* 2006, Vinson *et al* 1996, 2010) e *C. vittata* Lepeletier, 1841 (Frankie *et al* 1988, 1993, Pereira *et al* 1999, Vinson *et al* 1996, 2010), *Centris bicornuta* (Vinson & Frankie 2000, Vinson *et al* 2010). Utilizando o método dos ninhos-armadilha, Alonso & Garofalo (2012) indicaram que a produção de fêmeas de *C. analis* pode estar relacionada ao aumento do comprimento dos ninhos artificiais. Santos (2013) indicou a maior taxa de mortalidade de *Centris analis* nos ninhos de menor comprimento sendo 5, 10, 15 e 20 cm os comprimentos utilizados nesse estudo.

No Brasil, a utilização de ninhos-armadilha por espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802 (Apidae) apresentaram informações importantes sobre a biologia de nidificação de *Xylocopa frontalis* (Olivier 1789), *X. grisescens* Lepeletier, 1841, *X. hirsutissima*, Maidl, 1912, *X. subcyanea* Perez, 1901 e *X. suspecta* Moure & Camargo, 1988 (Viana *et al* 2002, Freitas & Oliveira-Filho 2003, Pereira & Garofalo 2010, Marchi & Melo 2010, Chaves-Alves *et al* 2011, Junqueira *et al* 2012, Yamamoto *et al* 2014)

Espécies de abelhas dos gêneros *Centris* e *Xylocopa* estão envolvidas na polinização da cultura do maracujá (Gaglianone *et al* 2010, Siqueira *et al* 2009, Yamamoto *et al* 2012, Junqueira *et al* 2013), da acerola (Vilhena & Augusto 2007, Oliveira & Schlindwein 2009, Siqueira *et al* 2011, Vilhena *et al* 2012, Oliveira *et al* 2013), do caju (Freitas & Paxtom 1998), da castanha do Pará (Cavalcante *et al* 2012) e do tomate (Buchmann 2004). Estão também envolvidas na polinização de plantas nativas (Costa & Ramalho 2001, Ramalho & Silva 2002, Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004, Pigozzo *et al* 2006, Machado & Sazima 2008, Ramalho & Rosa 2010, Sazan *et al* 2014). Apesar da importância das abelhas que nidificam em NA, para a polinização, somente algumas espécies são produzidas para fins comerciais, dentre elas *Megachile rotundata* (Fabricius 1787) (Megachilidae) (Bosch & Kemp 2000), *Nomia melander* Cockerell 1906 (Halictidae) que polinizam alfafa (*Medicago*

sativa) (Fabaceae) (Torchio 1991); *Osmia cornuta* Latr. (Megachilidae) polinizam maçã (*Malus domestica* Rosaceae), amêndoas (*Prunus dulcis*) e Pera (*Pyrus communis*) (Rosaceae) (Bosch 1994, Bosch *et al* 2000, Maccagnani *et al* 2003, 2007); *Osmia lignaria* Say 1837 usada na produção de cereja (*Prunus amygdalus*), maçãs e peras (Bosch *et al* 2000, Bosch & Kemp 2001, 2002); *Osmia cornifrons* (Radoszkowski 1887) utilizada no cultivo de maçãs (Yamada *et al* 1971, Maeta 1978, Maeta & Kimura 1981, Sekita 2001); *O. rufa* poliniza amora e framboesa (*Rubus* spp.- Rosaceae), morango (*Fragaria ananassa*) (Rosaceae) Bosch & Kemp 2001 e damasco (*Prunus armenica*) (Felicioli *et al.*, 2004).

As abelhas polinizadoras de alfafa ou ALCB (The alfalfa leafcutting bees), principalmente *Megachile rotundata*, são as abelhas solitárias mais manejadas no mundo (Pitts-Singer & Cane 2011). A criação e o manejo de abelhas do gênero *Osmia* Panzer, 1806 para a polinização de alfafa, maçã, pera e cereja vêm se consolidando graças aos estudos sobre a sua biologia reprodutiva (Bosch & Kemp 2002) e estimativa de custo de produção com base em análises de tamanho do corpo nos estágios de desenvolvimento (Bosch & Vicens 2006).

A manutenção das abelhas solitárias está diretamente relacionada a presença de recursos chaves relacionados a alimentação, nidificação, acasalamento, competição e predação (Westric 1996). É notório que a proporção de habitat natural ou seminatural na paisagem possibilita a manutenção local de polinizadores que com a supressão da vegetação provavelmente entrariam em processo de extinção (Steffan-Dewenter & Westphal 2008, Winfree *et al* 2008, Aizen *et al* 2009, Viana *et al* 2012), comprometendo o fluxo de pólen e a reprodução sexuada das plantas (Aizen & Feinsinger 1994). A perda da biodiversidade local e de padrões e processos ecológicos, principalmente através da fragmentação e perda de habitat, podem comprometer a disponibilidade de recursos alimentares e locais de nidificação desestruturando assim as comunidades de abelhas e os serviços de polinização (Viana *et al* 2012).

Alguns estudos realizados em dunas e restingas litorâneas utilizando ninhos-armadilha investigaram a biologia de nidificação de espécies de abelhas solitárias residentes nas planícies costeiras (Silva *et al* 2001, Viana *et al* 2001, Aguiar & Martins 2002, Madeira-da-Silva 2004, Camarotti-de-Lima & Martins, 2005, Bernardino & Gaglianone 2008), enquanto outros, através de observações de

campo, apresentaram informações pouco detalhadas sobre esse assunto (Gottsberger *et al* 1988, Madeira-da-Silva 2004).

Com intuito de contribuir para o conhecimento das populações de abelhas solitárias que residem na faixa costeira neotropical, esse estudo investigou a composição da comunidade de abelhas solitárias das dunas costeiras da APA Litoral Norte da Bahia que nidificam em cavidades preexistentes. Dessa forma buscou-se: (1) identificar as espécies de abelhas que utilizam ninhos-armadilha; (2) registrar as flutuações mensais das frequências de ocupação dos ninhos-armadilha para verificar a existência de sazonalidade para as atividades de nidificação dessas abelhas; (3) correlacionar os dados macroclimáticos (temperatura e precipitação) com as taxas de nidificação e emergência; (4) verificar como as abelhas utilizam os ninhos-armadilha, através da preferência por tipos de cavidades maiores e menores, tamanho da prole, razão sexual, parasitismo e taxas de mortalidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em área inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) do Litoral Norte do Estado da Bahia (Decreto Estadual no 1.046, 17 de março de 1992), distando 97 km da cidade do Salvador, no km 17 da BA-099, pertencente ao município de Mata de São João, localizada na Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Dunas de Santo Antônio - RDS (12°27'20,4"S 37°56'05,0"W) (Fig 1).

A RDS está legalizada desde 2001 e tem o objetivo de conservar a Restinga desenvolvendo projeto de conservação através de práticas de Ecoturismo. A área estudada pertence ao domínio do quaternário costeiro, compreendendo uma área total de aproximadamente 343 ha, estando limitada a Sul e a Leste pelo Oceano Atlântico, a Oeste pelo rio Imbassaí e a Vila do Diogo, e a Nordeste pelo Complexo Hoteleiro Costa de Sauípe e o rio Santo Antônio.

O clima local é Tropical (*Af*) segundo a classificado de Köppen, clima quente e úmido sem estações secas. Temperatura média anual de 25,4 °C, sendo a média das máximas anual de 31 °C e mínimas de 21 °C, pluviosidade anual média de 1600 a 2000 mm, sendo de abril a junho o período chuvoso e de setembro a janeiro o período com menores valores pluviométricos mensais (SEI, 1999).

O sistema de restingas e dunas da RDS apresenta formações vegetais, que variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas com dossel variável que, em geral, não ultrapassam 20 metros, com a distribuição das fisionomias apresentando uma redução do porte das espécies em direção a linha de praia (Menezes 2007). Na área de estudo foram reconhecidas quatro formações (Fig 2): Formação Praial, Zona úmida e embrejadas, Aberta de Restinga em Moitas (densas e espaçadas) e Mata de Restinga (Menezes 2007).

As famílias Myrtaceae, Fabaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Mimosaceae totalizam 41% das espécies catalogadas por Queiroz (2007) para uma área de restinga no mesmo município, distando 4km da área de estudo. Além dessas famílias, destaque para importantes representantes da apiflora das Dunas de Santo Antônio, *Humiria balsamifera* (Humiriaceae), *Waltheria cinerescens* (Malvaceae), *Chamaecrista ramosa* (Leguminosaea), *Chrysobalanus icaco* (Chrysobalanaceae) e *Cuphea brachiata* (Lytraceae) (Menezes 2007).

Amostragem

Para as investigações relativas à biologia reprodutiva e de nidificação das abelhas foram utilizados ninhos-armadilha (NA) cilíndricos, feitos em cartolina preta, com uma das extremidades fechada com o mesmo material. Foram utilizados dois tipos de tubos de cartolina, de comprimento 58 mm e 105 mm, com 6 mm e 8 mm de diâmetro respectivamente, acomodado em orifícios feitos em placas de madeira. Também foram empregados como NA nesse estudo, gomos de bambu, de comprimento e diâmetro variados (comprimento de 90 a 220 mm e diâmetro de 8 a 16 mm) e fechados em uma das extremidades pelo próprio nó. Em cada ponto foi colocado um conjunto com seis placas de madeira perfuradas, sendo três placas com 60 orifícios, por inserção dos tubos pequeno (58 x 6 mm) totalizando 180 NA por ponto, três com 56 orifícios para tubos grandes (105 x 8 mm) resultando em 168 NA, e 18 gomos de bambu dispostos em pequenos agrupamentos contendo 6 gomos de tamanhos variados (comprimento de 90 a 220 mm e diâmetro de 8 a 16 mm). Esse sistema foi instalado em estantes de aço com cobertura de lona plástica (conforme Aguiar & Garofalo 2004) (Fig.3).

As amostragens com os NA foram realizadas em dois pontos distantes 2,5 km: **Ponto 1** (12°27' 28,5"S 37°56'13,6" W), próximo à vegetação arbustiva (formação aberta de restinga em moita), e **Ponto 2** (12°26'14"S 37°56'28,3" W), próximo à vegetação arbórea (mata de restinga).

A montagem do experimento foi realizada em setembro/2006 e mensalmente os ninhos-armadilha foram inspecionados, de novembro/2006 a novembro/2007. A ocupação dos NA foi verificada com o auxílio de otoscópio, facilitando a visualização do interior do ninho. Os ninhos que apresentavam parede de fechamento completa, eram coletados, retirados e substituídos por NA novos, mantendo assim o número constante de NA disponíveis para fundação durante todo o período amostrado.

Em laboratório, cada NA retirado foi condicionado em tubos de ensaio etiquetados e fechado com algodão (Fig.4). Os ninhos foram mantidos em temperatura ambiente, e diariamente foi feito o acompanhamento da emergência dos imagos. Cada adulto que emergiu foi sacrificado em vapor de acetato etílico, montado, seco, identificado e incorporado à Coleção Entomológica Professor Johann Becker do Museu de Zoologia da UEFS (MZUEFS).

A análise dos NA utilizados por abelhas solitárias foi feita após a emergência de todos os indivíduos, através da abertura do NA. Em seguida foi feita a análise do conteúdo dos ninhos, observando-se alguns parâmetros tais como: contagem de número de células construídas, a presença de indivíduos mortos e seu estágio de desenvolvimento, registro de insetos associados aos ninhos, identificação do material usado na construção do ninho e observações a respeito da disposição das células de cria.

Os dados macroclimáticos, como pluviosidade e temperatura mensal foram obtidos através do site AgriTempo (<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/>) do Governo Federal.

Análise de dados

O teste do Qui-quadrado (aderência) foi utilizado para verificar se a razão sexual observada em cada espécie foi igual à esperada (1M:1F). O teste do Qui-quadrado (Tabela de contingência) foi utilizado para comparar os dois pontos amostrados sob os seguintes aspectos: (1) **Taxa de mortalidade** (razão entre o número de células contendo imaturos mortos e o número total de células provisionadas multiplicado por 100), (2) **Taxa de parasitismo** (razão entre o

número de células de cria parasitadas e o número total de células, multiplicado por 100) e (3) **Taxa de ocupação** dos NA foi calculada pela razão entre o número de ninhos estabelecido pelo número de ninhos disponibilizado ao longo da amostragem.

As análises foram realizadas utilizando o programa PAST versão 1.85 (HAMMER *et al.* 2001) e programa R versão 3.0.1 (R Development Core Team 2013), sendo considerada significativa as análises com valores de $P < 0,05$.

Para verificar a influência entre variáveis bióticas (fundação dos ninhos e emergência de imagos) e variáveis abióticas (temperatura média máxima e mínima, precipitação) foi aplicada a análise de regressão simples através do coeficiente de correlação de Spearman (ρ), sendo consideradas significativas $P < 0,05$ pelo teste t de Student.

A constância das espécies de abelhas (C) foi calculada usando a fórmula: $C = (\text{Razão entre o número de meses em que foi encontrada a espécie } x \text{ pelo o total de meses amostrados}) \times 100$. As espécies foram classificadas em três categorias, de acordo com valores obtidos: constante ($C > 50\%$), acessório (C entre 25% a 50%) e acidental ($C < 25\%$) (Silveira-Neto *et al* 1976).

Para estimar a diversidade das abelhas que nidificaram nos ninhos-armadilha na área de estudo foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Pielou 1975) e Simpson (D) (Magurran 1988), e ambos expressam conjuntamente o número de espécies ponderado pela proporção com que elas estão representadas e o índice de Simpson que mede o grau de dominância (c) na comunidade. Os valores de equitabilidade das espécies de abelhas que ocorreram na área de estudo foram calculados pela equitabilidade (ED) baseado no índice de Simpson e índice de Shannon-Wiener (Pielou 1966), conhecida como equitabilidade de Pielou (J) (Ludwig & Reynolds 1988).

Para avaliar o grau de semelhança entre as áreas quanto à composição de espécies utilizou-se o coeficiente de similaridade proposto por Sørensen (C_s) (Sørensen 1948), variando de 0 a 1, sendo calculado pela fórmula $C_s = 2a / 2a + b + c$, onde:

a = número de espécies comuns que ocorrem nas duas áreas (áreas A e B);

b = número de espécies que ocorre na área A e não na B;

c = número de espécies que ocorre na área B e não na A.

RESULTADOS

Ocupação dos ninhos-armadilha

Cinco espécies de abelhas nidificaram nos ninhos-armadilha (Tabela 1). Dos ninhos fundados que apresentaram emergência, 54,9% foram de *Centris tarsata* e 12,3% de *C. analis*. Nos pontos amostrados foram obtidos um total de 195 ninhos, o ponto 2 apresentou o maior número de ninhos (n=104) em relação as fundações do ponto 1 (n=91) (Tabela 1), existindo diferença significativa na fundação dos ninhos nos pontos amostrados ($X^2=27,485$; $df=4$; $P<0,0001$).

A média de ocupação total foi de 27,4%, variando entre 25,6% a 29,2% nos NA estabelecidos nas áreas 1 e 2 respectivamente, sendo observada uma diferença significativa na ocupação nos dois pontos amostrais ($X^2=10,241$; $df = 1$, $p = 0,0014$).

A taxa de ocupação total nos ninhos-armadilha em cartolina de maior tamanho (105 x 8 mm) (n=122) foi de 36,3%, sendo que para o ponto 1 a ocupação foi de 39,3% e para o ponto 2 foi de 33,3%. Já nos NA de tamanho menor (55 x 6 mm) (n=41), a ocupação total foi igual a 11,4%, e a ocupação no ponto 1 igual a 5,6% e no ponto 2 foi de 17,3%. Houve diferença significativa na ocupação dos tipos de ninhos-armadilha em cartolina ($X^2=19,9511$; $df=1$; $P<0,0001$). Para os ninhos-armadilhas em gomos de bambu (n=32) a taxa de ocupação total foi de 89%, e os valores por ponto foram semelhantes.

Centris analis, *C. tarsata*, *Tetrapedia diversipes* utilizaram os dois tipos de NA em cartolina (grande e pequeno), sendo que grande parte das fundações de *C. trigonoides* e *C. tarsata* encontradas em NA do tipo grande, com significativa diferença entre estes ($X^2=37,5107$; $df = 1$; $P<0,0001$). Foi observada também preferência significativa de *C. tarsata* por ninhos-armadilha maiores (n=105) em relação aos menores (n=5) ($X^2= 82.5996$; $df = 1$; $P<0,0001$).

Os ninhos-armadilha feitos em gomos de bambu foram ocupados apenas por duas espécies de abelhas: *Euglossa cordata* e *Centris tarsata*. Apenas três ninhos de *E. cordata* foram construídos em gomos de bambu com diâmetro maior que 17 mm. Já *C. tarsata* fundou 29 ninhos, distribuídos principalmente em gomos de bambu com diâmetro variando de 10 a 13 mm de diâmetro.

Flutuação mensal na frequência de fundação dos ninhos

As atividades de ocupação dos ninhos-armadilha ocorreram principalmente de novembro/2006 a setembro/2007, mas as maiores frequências de ninhos fundados foram entre dezembro/2006 a março/2007 (Fig 5).

Houve correlação positiva significativa entre temperatura mínima mensal e o total de NA fundados ($\rho = 0,7046$; $P = 0,007$), *Centris tarsata* ($\rho = 0,6208$; $P = 0,023$) e *C. trigonoides* ($\rho = 0,6428$; $P = 0,002$). *Tetrapedia diversipes* apresentou uma fraca correlação positiva significativa com a temperatura máxima mensal ($\rho = 0,5633$; $P = 0,03$) (Tabela 2).

Não foi observada correlação entre a precipitação pluviométrica mensal e o total de ninhos fundados ($\rho = 0,0332$; $P = 0,9144$). Todavia, o mês de dezembro apresentou as maiores frequências de nidificação (Tabela 2) e teve a menor pluviosidade registrada (Fig 5).

Os valores referentes à frequência de fundação de ninhos ao longo dos meses foram influenciados pelas nidificações de *Centris tarsata* e *C. trigonoides*. *C. tarsata* mostrou-se a abelha com maior abundância de ninhos, embora tenha sido considerada uma espécie acessória (C= 42%). Já *C. analis* apresentou abundância menor que *C. tarsata*, no entanto essa espécie esteve presente em nove dos doze meses de estudo, e foi considerada uma espécie constante (C= 75%). *Tetrapedia divesipes* e *C. trigonoides* foram consideradas espécie acessórias e *Euglossa cordata* uma espécie acidental.

Emergência e células de cria

Das 556 células construídas pelas abelhas, 386 imagos emergiram, sendo 291 adultos de *C. tarsata* (75,4%), 41 de *C. analis* (10,6 %), 25 de *C. trigonoides* (6,5%), 19 de *Tetrapedia diversipes* (4,9%) e 10 de *Euglossa cordata* (2,6%). Além disso, foram registradas emergências de insetos associados aos ninhos, tais como parasitoides e cleptoparasitas (n=45).

Foi observada uma correlação significativa entre temperatura mínima média e emergência de abelhas *Centris tarsata* ($\rho = 0,7555$; $P = 0,00028$), *C. trigonoides* ($\rho = 0,6156$; $P = 0,0251$) e o total de imagos emergidos ($\rho = 0,6194$; $P = 0,02396$) (Tabela 3)

A razão entre o total de abelhas emergentes e de ninhos fundados foi de 386:204 e a razão entre o total de número de células de cria e de ninhos fundados foi de 556:204. Foi observado que para os ninhos de *C. tarsata* em gomos de bambu

esses valores são superiores quando comparado aos valores obtidos para NA em cartolina (Tabela 4). Provavelmente devido a diferenças nas dimensões desses dois tipos de ninhos-armadilha.

A razão entre o número de indivíduos que emergiram e o número de células construídas e provisionadas pelas fêmeas das espécies amostradas foi de 416:556, sendo o “sucesso de emergência” superior a 50% das células provisionadas. Em ninhos fundados em gomos de bambu, essa razão para *Centris tarsata* foi 126:130 e para *Euglossa cordata* 10:11, apresentaram um sucesso superior a 90%. Já nos ninhos em cartolina esse índice variou entre 66% a 50%, pois a razão entre número de emergências e células construídas em ninhos de *C. tarsata* foi 166:263, *C. analis* 41:81, *C. trigonoides* 25:38 e *Tetrapedia diversipes* 19:33.

Centris tarsata foi a espécie que apresentou o maior número de células construídas (n=393), seguida de *C. analis* (n=81) (Tabela 4). De uma forma geral, o número de células construídas por ninhos variou de uma a cinco. A maioria dos ninhos de *C. analis* apresentou três células (52,4%), em ninhos de *C. trigonoides* quatro (44,4%) e em *Tetrapedia diversipes* três (37,5%) (Fig 6). Somente os ninhos de *C. trigonoides* não apresentaram células vestibulares (Tabela 4).

As fêmeas de *C. tarsata* construíram e a provisionaram um total de 263 células de cria em ninhos de cartolina e 130 células em gomos de bambu (Tabela 4). O número médio de células por ninho foi $3,36 \pm 1,42$ em ninhos de cartolina, variando de um a seis células por ninho, e $6,79 \pm 2,86$ para gomos de bambu, variando de um a 11 células por ninho (Fig 7)

Nos ninhos estabelecidos em tubos cartolina, as células de cria estavam dispostas linearmente. Para os ninhos construídos em bambus foi observada variações com relação a disposição das células, não seguiu o padrão linear, tendendo a ser oblíqua (Fig 8).

Razão sexual

Dos ninhos fundados emergiram 275 machos e 141 fêmeas, além de quatro machos e 10 fêmeas encontrados mortos dentro de células de cria. *C. tarsata* (2:1) foi a única espécie que apresentou a razão sexual diferente significativamente do esperado 1:1 ($\chi^2=18,91$; $P<0,0001$), para os ninhos de *C. tarsata* e *Euglossa cordata* fundados em gomos de bambu e demais espécies de abelhas que fundaram NA em

cartolina, não foi observada razão sexual que se diferenciasse significativamente do esperado (Tabela 4).

Centris tarsata foi a espécie responsável pela a produção de 75% dos machos e 72% das fêmeas obtidas nesse estudo, além de ser a espécie que representa 75% de todos os indivíduos que nidificaram nos ninhos-armadilhas (cartolina e bambu) disponibilizados nos dois pontos da área amostrada.

Período de desenvolvimento

O período de emergência dos imagos de todas as espécies variou entre dois a 274 dias. *Centris trigonoides* e *T. diversipes* apresentaram tempo de desenvolvimento superior a 121 dias, enquanto as demais espécies apresentaram período máximo de 91 dias (Tabela 5).

O tempo de desenvolvimento dos indivíduos das abelhas *Centris tarsata*, *C. analis*, *E. cordata* e apresentou uma pequena variação entre esses grupos, quando comparados a *C. trigonoide* e *T. divesipes*.

Somente imagos de *C. tarsata* apresentaram diferença significativa ($t = -2,2792$; $P= 0,02362$) na duração de desenvolvimento entre machos e fêmeas, os quais apresentaram respectivos valores variando de 2 a 50 dias para machos e 1 a 54 dias para fêmeas.

Em *C. analis* o período decorrido até a emergência dos imagos variou de 11 a 69 dias, para machos e de 19 a 72 dias para fêmeas. Em *C. trigonoides* a variação foi de 24 a 275 dias para machos, e de 241 a 274 dias para fêmeas. Para *Tetrapedia diversipes* os valores foram 15 a 226 dias para macho 54 a 177 dias para fêmeas.

Mortalidade

A taxa de mortalidade por causas desconhecidas nos ninhos estabelecidos no ponto 1 e 2 foi respectivamente 11,3% e 19,8%. (Tabela 6). Houve diferença significativa entre as taxas de mortalidade observadas nos pontos 1 e 2 ($X^2=112,53$; $df=5$, $P<0,0001$).

Para os ninhos de *C. tarsata* estabelecidos em gomos de bambu a taxa de mortalidade foi menor (3,85%) que a taxa obtida para suas fundações em ninhos-armadilha em cartolina (19,39%).

De maneira geral foi registrada uma alta incidência de mortalidade nos diferentes estágios de desenvolvimento, destacando-se o estágio adulto pré-emergente (n=39) e de ovo (n=32), correspondendo respectivamente a 43,3% e 35,5% do total de mortes por causas desconhecidas registradas nos ninhos fundados (Tabela 7).

Parasitismo

A taxa de parasitismo, foi maior em ninhos instalados próximo a vegetação arbórea, no ponto 2, totalizando 13,22% e foi de 5,26% no ponto 1, sendo significativamente diferente ($X^2=59,329$; $df=5$, $P<0,0001$).

Foi observado elevado percentual de ocorrência de inimigos naturais em ninhos de *Euglossa cordata* (33,33%) e de *Tetrapedia diversipes* (21,21%). Já *C. tarsata* apresentou as menores taxa de parasitismo tanto para ninhos em cartolina como em gomos de bambu (Tabela 8).

Três insetos associados (inimigos naturais) emergiram dos ninhos das espécies de abelhas amostradas (Tabela 9), *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera, Apidae), *Anthrax* sp (Diptera, Bombyliidae) e *Leucospis* sp. (Hymenoptera, Leucospidae). *Leucospis* sp foi a mais constante nas abelhas amostradas, com exceção dos ninhos de *E. cordata*. Nos ninhos de *C. tarsata* foram encontradas as três espécies de insetos associados.

DISCUSSÃO

Ocupação dos ninhos-armadilha

Diante dos valores obtidos para a taxa de ocupação nos tipos de ninhos-armadilha, entre 27,4% a 89%, pode-se supor que, o estado de conservação da área estudada, assim como a baixa disponibilidade de cavidades naturais na vegetação de restingas e dunas podem ter influenciando no percentual de ocupação das abelhas. Num estudo semelhante realizado no domínio da Mata Atlântica (SP), os autores associam as maiores taxas de ocupação (12% e 43%) às áreas menos antropizadas e com vegetação em melhor estado de conservação (Cordeiro 2009). Nas Dunas do Abaeté (BA) as espécies de abelhas solitárias utilizaram somente 14% do total dos ninhos instalados (Viana 1999). A ocupação dos ninhos-armadilhas

por abelhas solitárias em pontos da APA da Barra do Rio Mamanguape (PB) chegou a 83% (Madeira-da-Silva 2004). No Tabuleiro costeiro da Paraíba foram observados 50% de ocupação em uma das três áreas estudadas (Aguiar & Martins 2002). Já em áreas cultivadas foi observada que a ocupação de *C. analis* variou de 23% a 38% em pomares de agricultura familiar (Pina & Aguiar 2011). A taxa de ocupação de ninhos-armadilha por abelhas pode ser influenciada por variados fatores, como por exemplo, a disponibilidade de substratos naturais para a nidificação na área (Frankie *et al* 1988), diferentes tamanhos de ninhos artificiais disponibilizados (Vandenberg 1995), às condições dos ninhos-armadilha quanto ao grau de exposição ao sol (Frankie *et al* 1988), à disponibilidade de recursos tróficos na área (Gathmann *et al* 1994).

A abundância das fundações de abelhas solitárias em NA nas Dunas de Santo Antônio (n=253) foi superior aos valores encontrados por Viana (1999) nas dunas do Abaeté (n=62), por Aguiar & Martins (2002) em formação Tabuleiro (n=176) e por Madeira-da-Silva (2004) na APA do Rio Mamanguape-PB (n=52). No entanto foi inferior ao número de ninhos encontrados em um estudo realizado no Domínio da Mata Atlântica (n=504) (Cordeiro 2009). Essa variação na abundância no número de fundações em relação a esse trabalho pode ser justificada por diferenças no número de áreas amostradas, período de amostragem e o grau de conservação das áreas estudadas.

Outros estudos desenvolvidos em áreas naturais, que utilizaram ninhos-armadilha, encontraram valores de número de fundações inferiores aos obtidos para área de estudo, como por exemplo: em floresta de Araucária (n=10), brejos (n=63) e campos (n=47) (Buschini 2006); em florestas estacional semidecíduas (n=146) e Caatinga (n=121) (Aguiar *et al* 2005); em Floresta Ombrófila foi observado 49 fundações (Krug 2007); e no Cerrado foram obtidos 278 ninhos fundados (Mesquita *et al* 2009).

Para áreas de cultivo de acerola, em um pomar de agricultura familiar (n=228) (Pina & Aguiar 2011) e cultivo irrigado (n=283) (Oliveira 2012) foram observados maior número de fundações que os valores encontrados para áreas naturais.

Os ninhos fundados por abelhas solitárias nas Dunas de Santo Antônio se restringiram a espécies pertencentes a família Apidae, o predomínio dessa família também foi observado nas fundações de ninhos-armadilhas nas Dunas costeiras de

Abaeté/BA (Viana 1999), assim como nos habitat de Restinga da Apa do Rio Mamanguape /PB Apidea foi a família mais representativa nas fundações dos NA, seguida por Megachilidae e Colletidae (Madeira-da-Silva 2004). Nas áreas de Tabuleiro estudadas por Aguiar & Martins (2002) Apidae e Magachlidae apresentaram a mesma riqueza de espécies, ambas com quatro espécies, no entanto, Apidae foi a família mais abundante em termos de número de ninhos e emergências. No entorno de pomares de acerola no Recôncavo da Bahia, Machado (2011) encontrou 17 espécies de abelhas, das quais 64,71% e 33,29% pertenciam respectivamente as famílias Megachilidae e Apidae.

O número de espécies de abelhas nidificantes nas Dunas de Santo Antônio (5 espécies) foi menor que o encontrado por Viana (1999) nas dunas litorâneas da Abaeté (BA) (7spp), por Madeira-da-Silva (2004) em áreas manguezais, restingas e dunas da Paraíba (7spp); por Aguiar & Martins (2002) em áreas do tabuleiro costeiro na Paraíba (12 spp) e por Cordeiro (2009) (11 spp) em áreas da floresta Atlântica no litoral paulista. Entretanto, a riqueza de espécies de abelhas identificada nesse estudo foi superior a encontrada em pesquisas similares desenvolvidas em outros biomas, como por exemplo, nas áreas de Caatinga de matriz natural e cultivada apresentadas na Tabela 10.

Nos estudos realizados na Bahia, onde o método dos ninhos-armadilha foi empregado, espécies de *Centris* foram frequentes e abundantes em número de fundações (Viana *et al* 2001, Aguiar & Garofalo 2004, Drummont *et al* 2008, Pina & Aguiar 2011, Machado 2011, Oliveira 2012). Nesse estudo, a maior parte dos ninhos-armadilha foi fundada por *C. tarsata* (67%), e esse dado foi semelhante ao encontrado nas formações costeiras do Nordeste do Brasil, dunas litorâneas do Abaeté/BA (58%) (Viana *et al* 2001), e na APA da Barra do Rio Mamanguape/PB (57%) (Madeira-da-Silva 2004). Sendo um pouco superior aos valores encontrados em Caatinga e Florestas estacionária semidecídua (33,6% e 54,5% respectivamente) (Aguiar & Garofalo 2004), Tabuleiro da Rebio Guaribas/PB (36%) (Aguiar & Martins 2004) em remanescentes de Mata Atlântica (25%) (Pérez-Maluf 1993) e floresta ombrófila mista montana (33,3%) (Krug & Alves-dos-Santos 2008). *Centris tarsata* também foi considerada a segunda espécie mais frequente em número de fundações (n=102, 37%) em cultivo irrigado de acerola (Oliveira 2012) e

em pomares de acerola de agricultura familiar (n=22, 8,7%) (Pina 2010), ambos na Bahia.

A estrutura da comunidade de abelhas que nidificaram em NA nas Dunas de Santo Antônio revelou um reduzido número de espécies e um elevado número de fundações de *C. tarsata*, registro descrito também para biomas da planície costeira do Nordeste do Brasil, nas dunas litorâneas (Viana 1999), APA Rio Mamanguape (Madeira-da-Silva 2004), Rebio Guaribas (Aguiar & Martins 2002) e também para áreas do bioma Caatinga (Aguiar 2002). Esses resultados corroboram com a hipótese levantada por Aguiar & Garofalo (2004) sobre a alta capacidade que *C. tarsata* tem em ocupar ambientes de vegetação aberta e secundária, altas temperaturas e elevada insolação.

As abelhas solitárias que nidificaram em cavidades pré-existentes nesse estudo utilizaram diferentes tipos e dimensões de ninhos-armadilha em proporções desiguais, os tubos de cartolina maiores (100 x 8 mm) obtiveram maior número fundações e diversidade de espécie, semelhante ao observado em outros estudos que utilizaram as mesmas dimensões de ninhos-armadilha (Aguiar & Garofalo 2004, Pina & Aguiar 2011, Oliveira 2012).

Foi observada alta afinidade de *C. tarsata* por NA de diâmetro 8 mm e *C. analis* por ninhos com 6mm, na área de estudo, corroborando com o estudo realizado no Tabuleiro costeiro por Aguiar & Martins (2002), onde 53,9 % dos ninhos de *C. tarsata* foram fundados em ninhos-armadilha com diâmetro de 8mm de diâmetro e os 87,5% dos ninhos de *C. analis* nos ninhos com 6mm. Em outro estudo, também realizado na costa da Paraíba, foi verificado que 20% das nidificações de *C. tarsata* ocorreram em ninhos de 6 mm, 47% em ninhos de 8 mm e 30% em ninhos de 11 mm (Madeira-da-Silva 2004), já nas Dunas do Abaeté foram encontradas 31,3% das fundações de *C. tarsata* em ninhos com 8 mm de diâmetro e 68,8% em ninhos de 10 mm (Silva et al 2001), em uma área de Caatinga e mata semidecídua, Aguiar & Martins (2004) observaram que 72% das fundações de *C. tarsata* aconteceram em ninhos-armadilhas com 8 mm de diâmetro. Observou-se nas abelhas *C. tarsata* uma preferência por ninhos-armadilhas com diâmetro variando entre 8 a 11 mm, e isso se mantém em diferentes ecossistemas.

No presente estudo somente duas espécies de abelhas, *Euglossa cordata* e *Centris tarsata* colonizaram os ninhos-armadilha em gomos de bambu. Em um

estudo realizado por Cordeiro (2009) em fragmentos da Mata Atlântica foram encontradas nove espécies de abelhas em ninhos de bambu dispostos em oito pontos de coleta, enquanto Mesquita & Augusto (2011) encontraram onze espécies de abelhas que ocuparam gomos de bambu em duas áreas de Cerrado.

Nas Dunas de Santo Antônio foram registrados o maior número de fundações nos ninhos-armadilhas no período de dezembro de 2006 a março de 2007. No Tabuleiro costeiro (PB), durante o mês de novembro, considerada estação chuvosa e quente, foi registrado o maior número de nidificações (Aguiar & Martins 2002). Em uma outra área de restinga da Paraíba, foi observada maior utilização dos ninhos-armadilha entre os meses de setembro e fevereiro, considerados nesse estudo com estação seca (Madeira-da-Silva 2004). Nas dunas do Abaeté (BA), o pico de abundância de ninhos fundados, no primeiro ano de estudo, aconteceu em dezembro, coincidindo com o período menos chuvoso, já no segundo ano essa abundância seguiu um outro padrão, onde os maiores números de nidificações foram observados ao longo de todo ano, sendo mais frequente nos meses chuvosos (Viana 1999). As flutuações na frequência de ocupação de abelhas que nidificam em cavidades artificiais podem estar relacionadas a fatores intrínsecos da espécie nidificante ou a fatores ambientais, como padrões climáticos extremos, interferências no habitat ou dinâmica dos recursos florais (Frankie *et al* 1998).

O padrão de fundações e de emergência dos ninhos-armadilha coletados em Santo Antônio apresentaram correlação positiva significativa com os valores médios de temperatura mínima, sendo a flutuação mensal tanto de fundação de ninhos como emergência de *Centris tarsata*, *C. trigonoides* e *Tetrapedia diversipes* estão significativamente correlacionados às flutuações de temperatura. Os padrões sazonais de atividade de nidificação observados em outros estudos apontam uma significativa correlação com precipitação pluviométrica (Viana 1999, Aguiar 2002, Madeira-da-Silva 2004, Mendes & Rego 2007, Oliveira 2012). Ou seja, a temperatura e a chuva podem ser fatores ambientais importantes no ajuste do comportamento de nidificação das abelhas solitárias em ambientes tropicais.

Células de cria, emergência e razão sexual

O número de células construídas por *C. tarsata* variou de uma a seis, sendo uma célula, o número mais frequente (24% do total). Outros estudos registraram a

construção de uma a sete células por ninho (Aguiar & Garófalo 2004), de seis a oito células (Silva *et al* 2001) e de uma a seis células (Buschini & Wolff 2006). Nos gomos de bambu disponibilizados em nosso estudo (diâmetro entre 9 a 22 mm) as fêmeas construídas entre 1 a 11 células, sendo mais frequentes ninhos de *C. tarsata* com cinco e dez células. Estudos que também utilizaram NA em bambu encontraram dados semelhantes (Mendes & Rêgo 2007, Mesquita & Augusto 2011).

Pereira *et al* (1999) sugeriram que o número de células construídas em ninhos artificiais depende dos limites impostos pelas cavidades, o que foi corroborado por Aguiar & Garófalo (2004). Embora a arquitetura, a disposição e o número de células nos ninhos pareçam depender da disponibilidade de espaço na cavidade, isso poderia também ser explicado por variabilidade inter ou intraespecífica (Jesus & Garófalo 2000).

Centris analis é uma espécie com potencialidades para o manejo (Oliveira & Schilindwein 2009, Garófalo *et al* 2012). Investigando o efeito das dimensões de ninhos-armadilha (55, 60, 65 e 70 mm) sobre a razão sexual de *C. analis* em Ribeirão Preto (SP), por Alonso & Garófalo (2012) foi constatado em uma das áreas estudadas que as fêmeas utilizam os ninhos-armadilha diferentes, preferindo os ninhos de menor comprimento, sendo um resultado inesperado. Em pomares de maçã manejados com *Osmia bicornis* na Alemanha, foi observado significativo efeito na razão sexual, onde o aumento no número de fêmeas foi associado ao aumento no comprimento dos ninhos-armadilha (Gruber *et al* 2011). Em um estudo que utilizou ninhos-armadilha de comprimento variável (50, 100, 150 e 200 mm) em uma área de cultivo de acerola e olerícolas na Bahia, constatou uma mortalidade elevada nos ninhos de 50 mm (Santos 2013).

Foi observado que as fêmeas de abelhas solitárias, que nidificam em ninhos artificiais, são produzidas nas primeiras células e os machos nas últimas, onde obrigatoriamente a emergência dos machos antecede a das fêmeas (Roubik 1989). No entanto das cinco espécies amostradas nesse estudo, somente *C. tarsata* apresentou diferença significativa entre o tempo de desenvolvimento de machos e fêmeas. No estudo de biologia e arquitetura dos ninhos de *C. tarsata* nas Dunas de Abaeté, foi também observada a proterandria (Silva *et al* 2001). Um estudo realizado em área urbana de Ribeirão Preto (SP), verificou que o período decorrido da retirada

dos ninhos do campo até emergência entre machos e fêmeas de *C. analis* foi significativamente diferente (Jesus & Garofalo 2000)

Somente os ninhos de *Centris tarsata* construídos em tubos de cartolina apresentaram essa proporção desviada em favor dos machos (4M:1F), semelhante ao observado em outros estudos (Aguiar & Martins 2002, Buschini & Wolff 2006, Oliveira 2012). Em ninhos dessa mesma abelha, feitos em gomos de bambu, a razão sexual foi igual a 1M:1F, corroborando com os dados obtidos em dunas costeiras (Silva *et al* 2001) e Caatinga (Aguiar & Garófalo 2004).

Segundo o princípio de Fisher em populações pan-míticas é esperado o mesmo investimento parental na produção dos dois sexos e uma razão sexual próxima a 1M:1F, sendo uma estratégia evolutivamente estável. Porém, em himenópteros aculeados são observados desvios desta proporção, frequentemente atribuída a fatores ecológicos, fisiológicos e comportamentais (Peruquetti 2003). Logo, se essa proporção for desviada em favor de um dos sexos, esse desequilíbrio deve ser corrigido nas gerações subsequentes (Torchio & Terpedino 1980). Em abelhas solitárias, frequentemente a razão sexual esperada (1M:1F) é desviada em favor dos machos, uma vez que a produção de fêmeas requer maiores custos (Krombier 1967, Jesus & Garofalo 2000).

Entre os fatores que podem interferir na razão sexual da prole das abelhas que nidificam em cavidades, estão o comprimento (Stephen & Osgood 1965) e o diâmetro (Rust 1998) das cavidades artificiais, a abundância dos recursos disponíveis no ambiente (Viana 1999) e a eficiência de forrageamento das fêmeas (Torchio & Tepedino 1980). Uma proporção diferencial entre os sexos em favor dos machos na prole de abelhas manejáveis deve ser uma característica desvantajosa se a cultura alvo depender da polinização realizada exclusivamente por fêmeas, a exemplo do cultivo de acerola (Oliveira 2012).

Índices de diversidade uniformidade e similaridade da área de estudo

Foram registradas cinco espécies de abelhas solitárias. Número considerado baixo o número quando comparado a outros estudos com NA em áreas de fisionomia semelhante do Nordeste do Brasil (Viana *et al* 2001, Aguiar & Martins 2002, Madeira-da-Silva 2004).

Para o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi encontrado nesse estudo 1,24, valor maior que o obtido nos estudos desenvolvidos em floresta semi-decídua (Gazola & Garofalo 2009), floresta de Araucária, Várzeas e Planície (Buschini 2006) que variaram entre 0,463 a 1,05. Para os valores de equitabilidade de Pielou (J) registramos 0,69, enquanto os demais estudos obtiveram valores 0,42 a 0,84. Para estudos realizados no Cerrado foram obtidos respectivamente diversidade ($H'=1,73$ e 1,50) e Equitabilidade ($J'=0,72$ e 0,75) (Mesquita & Augusto 2011).

Embora exista relativa padronização da metodologia de NA, as variações referentes a tipos de ninhos, número e disposição de NA no campo são encontradas em estudos já realizados, podendo justificar as diferenças na diversidade de espécies de abelhas que nidificam cavidades pré-existentes (Aguiar & Martins 2002).

Segundo Aguiar & Martins (2002), o aumento de réplicas das unidades amostrais, distribuídas no local de estudo, amostragem em diversos estratos, ninhos-armadilha confeccionados com diferentes materiais e períodos mais longos de amostragem, poderiam proporcionar aumento da eficiência no uso dos ninhos-armadilha, resultando numa maior abundância e diversidade de espécies de abelhas que ocupariam as cavidades pré-existentes.

Mortalidade e parasitismo

A taxa de mortalidade por causas desconhecidas encontrada para estudo variou nas espécies de abelhas amostradas. A taxa de mortalidade observada para *C. tarsata* foi baixa variando de 3,85% em ninhos de Bambu a 19,39% em ninhos de cartolina. Aguiar & Garófalo (2004) registraram taxas de mortalidade mais altas para essa espécie, em uma área de caatinga (41%) e em uma floresta semi-decídua (42%) na Bahia. Buschini & Wolff (2006) registraram taxas de mortalidade por causas desconhecidas ainda mais altas em ninhos de *C. tarsata* (70%, 67,14% e 58,54% das células de cria nos três tamanhos de ninhos estudados) em áreas de várzea e de campos no Sul do Brasil. Esses autores sugerem que a divergência na alta umidade relativa do ar encontrada no local onde os ninhos foram retirados e a baixa umidade presente no laboratório onde os ninhos foram mantidos, pode ter sido responsável pelas altas taxas de mortalidade nos ninhos de *C. tarsata*. Estudos realizados em áreas de cultivos de acerola no semiárido baiano também

apresentaram altas taxas de mortalidade, em área de cultivo irrigado em Juazeiro, foi registrada 45,5% de mortalidade das células de cria (Oliveira 2012), e em outras áreas mantidas em sistema de agricultura familiar as taxas de mortalidade foram 38% e 50% para os ninhos de *C. tarsata* (Pina 2010)

A taxa de mortalidade registrada neste estudo para ninhos de *C. analis* foi alta (34,92%), quando comparada às taxas de mortalidade registradas para áreas de cultivo de acerola no semiárido baiano em Feira de Santana (24 e 25%) (Pina 2010), e em Juazeiro (19,7%) (Oliveira 2012), sendo inferior aos valores de taxa de mortalidade encontradas para ninhos de *C. analis* em área urbana em Ribeirão Preto (São Paulo) (63%) (Jesus & Garófalo 2000), 42% foi também registrado por Couto & Camillo (2007) para a mesma localidade em Ribeirão Preto. Essa alta taxa de mortalidade e a variação dessa taxa encontrada para a mesma localidade pode ser atribuída, a algum tipo de falha no desenvolvimento, devido a fatores ambientais, como a temperatura (Jesus & Garófalo 2000, Gazola & Garófalo 2009), ou até mesmo a manipulação durante a amostragem (por exemplo, transporte de ninhos com imaturos do campo para o laboratório) como o que aconteceu com os ninhos de *C. analis*, retirados de áreas de cultivo de acerola (Pina 2010)

A alta mortalidade nos estágios de desenvolvimento adulto (55%) e ovo (23%) também foi relatada por Buschini & Wolff (2006) para ninhos de *C. tarsata* em região em áreas de várzea e de campos no Sul do Brasil. Em uma área urbana da Bahia, altas taxas de mortalidades também foram observadas para o estágio de larva para ninhos de *C. analis* (29%) e *C. tarsata* (61%) (Aguiar *et al.*, 2013), em áreas de cultivo irrigado de acerola na Bahia foi registrada taxa de mortalidade de 32% larvas em ninhos de *C. analis* (Oliveira 2012).

A taxa total de parasitismo encontrada neste estudo (14,61%) foi baixa, se comparada a outros estudos como o de Mendes & Rêgo (2007), que registraram 40% de células parasitadas em uma área de Mata mesofítica, e Aguiar & Martins (2002) que verificaram uma taxa de 25,7%, em vegetação costeira.

Os inimigos naturais (*Mesocheira bicolor*, *Anthrax* sp. e *Leucospis* sp.) encontrados nos ninhos das espécies de abelhas, neste estudo, foram também associadas à ninhos de abelhas do gênero *Centris* em paisagens naturais (Aguiar & Garófalo 2004, Madeira-da-Silva 2004, Buschini & Wolff 2006) e agrícolas (Oliveira & Schlindwein 2009, Pina 2010, Santos 2011, Oliveira 2012). Em ambientes costeiros

foi frequente o registro de *Mesocheira bicolor* em ninhos de abelhas solitárias (Aguiar & Martins 2002, Madeira-da-Silva 2004, Cordeiro 2009). No Tabuleiro costeiro da Paraíba, *Mesocheira bicolor* ocorreu somente em ninhos de *C. tarsata*, parasitando 50% dos ninhos (Aguiar & Martins 2002).

Embora a taxa de parasitismo dos ninhos de abelhas em NA amostrados em Santo Antônio, tenha sido pequena, os valores encontrados para as dunas de Abaeté por Viana (1999) ainda são menores, onde nenhum ninho de *Centris tarsata* foi parasitado. A explicação para isso pode estar no fato de Viana (1999) ter espalhado os conjuntos de NA pela área estuda, no lugar de fazer um agrupamento de ninhos como comumente é observado em estudos com esse método. Segundo Cooperband *et al* (1999), o adensamento dos ninhos-armadilha facilita a localização e ataque dos inimigos naturais.

Esse estudo contribuiu para a ampliação do conhecimento sobre a biologia de nidificação das abelhas solitárias das dunas e restingas da APA do Litoral Norte da Bahia, sendo a utilização dos ninhos-armadilha fundamental para capturar e identificar as espécies residentes na área de estudo. Dentre as abelhas obtidas, *Centris tarsata* foi a espécie com o maior número de ninhos fundados e emergência de imagos. Alguns estudos têm mostrado que *C. tarsata* tem potencial para o manejo e polinização de culturas agrícolas, assim, as áreas de dunas e restingas podem funcionar como refúgios para essas e outras espécies de abelhas, além de servir como suporte no repovoamento de polinizadores de áreas naturais e de cultivo.

Logo, conhecer a preferência de espécies de abelhas, por determinada dimensão de ninhos-armadilha pode auxiliar no aumento da população dessas abelhas em áreas naturais, seminaturais e agrícolas, ampliando a quantidade de substratos para nidificação e garantindo a manutenção dessas abelhas nesses locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar AJC, Martins CF (2002) Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). Revista Brasileira de Zoologia 19: 101-116

- Aguiar CML, Garófalo CA (2004) Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 477-486
- Aguiar CML, Garófalo CA, Almeida GF (2006) Biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 323-330
- Aguiar CML, Medeiros RLS, Almeida GF (2013) Mortalidade da prole em duas espécies de *Centris* (Hymenoptera, Apidae) em uma área urbana. *Magistra* 25: 37-42
- Aguiar CML, Garófalo CA, Almeida GF (2005) Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 1030-1038
- Aguiar CML, Pina WC (2012) Mortalidade da prole de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae) em áreas cultivadas com aceroleira. *Magistra* 24: 136-142
- Aguiar CML (2002) Ecologia e comportamento de nidificação de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de Caatinga e Floresta estacional semi-decídua (Bahia, Brasil), com ênfase em espécies do gênero *Centris* Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini). Tese (doutorado em Entomologia), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Brasil, p 171
- Aizen MLA, Feinsinger P (1994) Habitat Fragmentation, Native Insect Pollinators, and Feral Honey Bees in Argentine Chaco. *Ecological Applications* 4: 378-392
- Alzen MA, Garibaldi LA, Cunningham AS, Klein AM (2009) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany* 103: 1579–1588
- Almeida GF (2008) Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas. Tese (doutorado em Entomologia) Universidade de São Paulo, USP, Brasil, p 120
- Alonso JDS, Silva JF, Garofalo CA (2012) The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie (Celle)* 43: 436-448
- Bernardino AS, Gaglianone MC (2008) Nest Distribution and Nesting Habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera; Apidae) in a Restinga Area in Northern Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52: 434-440

- Bosch J (1994) The nesting behaviour of the mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie* 25: 84-93
- Bosch J, Kemp WP (2002) Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. *Bulletin of Entomological Research* 92: 3-16
- Bosch J, Kemp WP (2001) How to manage the blue orchard bee. As an orchard pollinator. Sustainable Agriculture Network, Washington, DC, p 88
- Bosch J, Kemp WP (2000) Development and Emergence of the Orchard Pollinator *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). *Environmental Entomology* 29: 8-13
- Bosch J, Kemp WP, Peterson SS (2000) Management of *Osmia lignaria* (Hymenoptera, Megachilidae) populations for almond pollination: methods to advance bee emergence. *Environmental Entomology* 29: 874-883
- Bosch J, Vicens N (2006) Relationship between body size, provisioning rate, longevity and reproductive success in females of the solitary bee *Osmia cornuta*. *Behavior, Ecology and Sociobiology* 60: 26-33
- Buchmann SL (2004) Aspects of Centridine Biology (*Centris* spp.) Importance for Pollination, and Use of *Xylocopa* spp. as Greenhouse Pollinators of Tomatoes and Other Crops. In: Freitas BM (ed) Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, p 285 il.
- Buschini MLT (2006) Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. *Apidologie* 37: 58–66
- Buschini MLT, Wolff LL (2006) Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Braz. J. Biol.*: 66: 1091-1101
- Camarotti-de-Lima MF, Martins CF (2005) Biologia de Nidificação e Aspectos Ecológicos de *Anthodiocetes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em Área de Tabuleiro Nordeste. *Neotropical Entomology* 34: 375-380
- Camillo E, Garófalo CA, Serrano JC, Muccillo G (1995) Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia* 39: 459-470

- Carvalho DM, Aguiar CML, Santos GMM (2013) Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. *Sociobiology* 60: 283-288
- Cavalcante MC, Oliveira FF, Maués MM, Freitas BM (2012) Pollination Requirements and the Foraging Behavior of Potential Pollinators of Cultivated Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon Rainforest. *Psyche: A Journal of Entomology* 2012: 1-9
- Chaves-Alves TM, Junqueira CN, Rabelo LS, Oliveira PEAM, Augusto SC (2011) Recursos ecológicos utilizados por las especies de *Xylocopa* Latreille (Hymenoptera, Apidae) en la área urbana. *Revista Colombiana de Entomología* 37: 313-317
- Cogliatti-Carvalho L, Freitas AFN, Rocha FD, Van Sluys M (2001) Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restingas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Rev. Bras. Bot.* 24:1–12
- Cooperband MF, Wharton RA, Frankie GW, Vinson SB (1999) New host and distribution records for *Leucospis* (Hymenoptera: Leucospidae) associated primarily with nests of *Centris* (Hymenoptera: Anthophoridae) in the dry forests of Costa Rica. *Journal of Hymenoptera Research* 8: 154-164
- Cordeiro GD (2002) 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 da USP, Brasil, p 84
- Costa JAS, Ramalho M (2001) Ecologia da polinização em ambientes de Duna Tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). *Sitientibus serie Ciências Biológicas* 1: 135–145
- Dias FJK, Menezes CM (2007) Fitossociologia da vegetação sobre um cordão-duna no Litoral Norte da Bahia, Mata de São João, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 1171-1173
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR (2010a) Residual Pollen in Nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an Area of Caatinga Vegetation from Brazil. *Oecologia Australis* 14: 232-237

- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR (2010b) Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie* 41: 557–567
- Dórea MC, Santos FAR, Lima LCL, Figueroa L (2009) Análise Polínica do Resíduo Pós-emergência de Ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). *Neotropical Entomology* 38: 197-202
- Drummont P, Silva FO, Viana BF (2008) Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. *Neotropical Entomology* 37: 239-246
- Felicioli A, Kronic M, Pinzauti M (2004) Rearing and using *Osmia* bees for crop pollination: A help from a molecular approach. In: Freitas, B. M.; Pereira, J. O. P. (Ed.). *Solitary Bees: Conservation, rearing and Management for Pollination*. Fortaleza: Imprensa Universitária, pp 161-174.
- Frankie G, Vinson SB, Rizzardi MA, Griswold TL, O’Keefe S, Snelling RR (1998) Diversity and abundance of bees visiting a mass flowering tree species in disturbed seasonal dry forest, Costa Rica. *Journal of the Kansas Entomological Society* 70: 281-296
- Freitas BM, Oliveira-Filho JH (2003) Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, Santa Maria – RS 33: 1135-1139
- Freitas BM, Paxton RJ (1998) A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and a indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of Ne Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35: 109-121
- Freitas BM, Alves JE, Brandão GF, Araújo ZB (1999) Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science* 133: 303-311
- Gaglianone MC, Rocha HHS, Benevides CR, Junqueira CN, Augusto SC (2010) 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. *Oecol* 14: 152-164
- Garófalo CA, Martins CF, Alves-dos-Santos I (2004) The Brazilian Solitary Bee Species Caught in Trap Nests. In: FREITAS, B.M. *Solitary Bees: conservation,*

- rearing and management for pollination. Imprensa Universitária, Fortaleza, p 285 il.
- Garófalo CA, Martins, CF, Aguiar, CML, Del Lama MA, Alves-dos-Santos, I. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (orgs.). Polinizadores do Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p. 183-203.
- Gathmann A, Greiler HJ, Tschardt T (1994) Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. *Oecologia* 98: 8-14
- Gazola AL, Garófalo CA (2009) Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in forest fragments of the State of São Paulo, Brazil. *Genet. Mol. Res* 8: 607-622
- Gimenes M (2007) Polinização de *Vochysia lucida* C. Presl (Vochysiaceae) em uma área de restinga na Bahia. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 465-470
- Gonçalves L, Silva CI, Buschini MLT (2012) Collection of Pollen Grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): Is *C. tarsata* an Oligolectic or Polylectic Species? *Zoological Studies* 51: 195-203
- Gottsberger G, Camargo JMF, Silberbauer-Gottsberger I (1998) A bee pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 109: 469-500
- Guedes RS, Zanella FCV, Martins CF, Schindwein C (2011) Déficit de polinização da aceroleira no período seco no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 465-471
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and analysis. *Paleontologia Electronica* 4: 9
- Jesus BM, Garófalo CA (2000) Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie* 31: 503-515
- Junqueira CN, Yamamoto M, Oliveira PE, Hogendoorn K, Augusto SC (2013) Nest management increases pollinator density in passion fruit orchards. *Apidologie* 44: 729–737

- Junqueira CN, Hogendoorn K, Augusto SC (2012) The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *Passiflora edulis f. flavicarpa*). *Ann Entomol Soc Am.* 5: 884–889
- Krombein KV, Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. Washington: Smithsonian Press, p 510
- Krug CA (2007) comunidade de abelhas (Hymenoptera – Apiformes) da Mata com Araucária em Porto União/SC e abelhas visitantes florais da aboboreira (*Cucurbita L.*) em Santa Catarina, com notas sobre *Peponapis fervens* (Eucerini, Apidae). Dissertação (mestrado em Ciências Ambientais) Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, p 127
- Krug C, Alves-dos-Santos I (2008) O Uso de Diferentes Métodos para Amostragem da Fauna de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea), um Estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *Neotropical Entomology* 37: 265-278
- Loyola RD, Martins RP (2006) Trap-Nest Occupation by Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban Remanent. *Neotropical Entomology* 35: 041-048
- Loyola RD, Martins RP (2011) Small-scale area effect on species richness and nesting occupancy of cavity-nesting bees and wasps. *Revista Brasileira de Entomologia* 55: 69–74
- Loyola FD (2005) Efeitos de área e estrutura de habitat sobre a riqueza e nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata). Dissertação (mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p 88
- Ludwig JA, Reynolds JF (1988) *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley e Sons, New York
- Maccagnani B, Burgio G, Stanisavljević LZ, Main S (2007) *Osmia cornuta* management in pear orchards. *Bulletin of Insectology* 60: 77-82
- Maccagnani B, Ladurner E, Santi F, Burgio G (2003) *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed. *Apidologie* 34: 207-216
- Machado CS (2011) Biologia de nidificação e dieta das larvas dos polinizadores efetivos de *Malpighia emarginata* D.C. em uma área restrita do Recôncavo da

- Bahia. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, p 91
- Machado IC, Sazima M (2008) Pollination and breeding system of *Melochia tomentosa* L. (Malvaceae), a keystone floral resource in the Brazilian Caatinga. *Flora* 203: 484–490
- Maeta Y (1978) Comparative studies on the biology of the bees of the genus *Osmia* in Japan, with special reference to their management for pollination of crops (Hymenoptera, Megachilidae). *Bulletin of Tohoku National Agriculture Experimental Station* 57: 1-221
- Maeta Y, Kimura T (1981) Pollinating efficiency by *Osmia cornifrons* Radoszkowski in relation to required number of nesting bees for economic fruit production. *Honeybee Science* 2: 65-72.
- Madeira-da-Silva MC (2004) Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em habitat de Restinga na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil: abundância, diversidade, sazonalidade e interações com as plantas. Tese (Doutorado em Zoologia) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p 147
- Magurran AE (1998) Ecological diversity and its measurement. MAGURRAN, A.E., eds. p 177
- Marchi P, Melo GAR (2010) Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná. *Oecologia Australis* 14: 210-231.
- Martins CF, Ferreira RP, Carneiro LT (2012) Influence of the Orientation of Nest Entrance, Shading, and Substrate on Sampling Trap-Nesting Bees and Wasps. *Neotropical Entomology* 41: 105–111
- Mtos MCB, Sousa-Souto L, Almeida RS, Teodoro AV (2013) Contrasting Patterns of Species Richness and Composition of Solitary Wasps and Bees (Insecta: Hymenoptera) According to Land-use. *Biotropica* 45: 73–79
- Mendes FN, Rêgo MM (2007) Nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 382-388
- Menezes CM (2007) A vegetação de restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da evolução quaternária da zona costeira: estudo de caso Fazenda Riacho das

- Flores, Mata de São João, Bahia. Dissertação (mestrado em Geologia). Universidade Federal da Bahia, p 96
- Menezes GB, Gonçalves-Esteves V, Bastos EMAF, Augusto SC, Gaglianone MC (2012) 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* 56: 86–94
- Mesquita TMS, Vilhena AMGF, Augusto SC (2009) 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* 25: 124-132
- Mesquita, T.M.S.; Augusto, S.C. Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in the Brazilian savanna. *Tropical Zoology*, v. 24, p. 127-144, 2011.
- Morato EF, Garcia MVB, Campos LAO (1999) Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Ccntridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia* 16: 1213-1222
- Oliveira GA, Aguiar CML, Silva M, Gimenes M (2013) *Centris aenea* (Hymenoptera, Apidae): a Ground-nesting Bee with High Pollination Efficiency in *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae). *Sociobiology* 60: 317-322
- Oliveira GA (2012) Riqueza de espécies, abundância e eficiência de polinização de abelhas Centridini (Hymenoptera, Apidae) e nidificação de abelhas solitárias em áreas cultivadas com aceroleira (*Malpighia emarginata* dc Malpighiaceae) no semiárido baiano. Dissertação (Mestrado em Zoologia) Universidade Estadual de Feira de Santana, p 74
- Olveira MLT (2011) Relações tróficas em assembléias de formigas e lagartos em áreas de restinga da Bahia. Dissertação (mestrado em ecologia) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, p 92
- Olveira R, Schlindwein C (2009) Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology* 102: 265-273
- Oliveira-Rebouças PL, Gimenes M (2004) Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. *Neotrop. Entomol* 33: 315-320

- Paxton RJ (2005) Male mating behaviour and mating systems of bees: an overview. *Apidologie* 36: 145–156
- Ereira M, Garófalo CA (2010) Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia Australis* 14: 193-209
- Pereira M, Garófalo CA, Camillo E, Serrano JC (1999) Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie* 30: 327-338
- Pérez-Maluf R (1993) Biologia de vespas e abelhas solitárias, em ninhos-armadilhas, em Viçosa-MG. Dissertação (Mestrado). Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, p 87
- Peruquetti RC (2003) Aspectos da biologia, estrutura populacional e parentesco intranidal em vespas do gênero *Trypoxylon* (Hymenoptera: Sphecidae). Tese (doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, p 59
- Pigozzo CM, Viana BF, Silva FO (2006) A interação entre *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae) e seus visitantes nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. *Lundiana* 7: 47-53
- Pina WC (2010) Nidificação de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) em ninhos artificiais, em pomares de acerola, na região do semiárido baiano. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Feira de Santana. Universidade Estadual de Feira de Santana, p 73
- Pina WC, Aguiar CML (2011) Trap-nesting Bees (Hymenoptera: Apidae) in Orchards of Acerola (*Malpighia emarginata* DC) in a Semiarid Region in Brazil. *Sociobiology* 58: 379-392
- Pitts-Singer TL, Cane JH (2011) The Alfalfa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata*: The World's Most Intensively Managed Solitary Bee. *Annu. Rev. Entomol* 56: 221–37
- Queiroz EP (2007) Levantamento florístico e georreferenciamento das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. *Biotemas* 20: 41–47
- R development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, 2011.

- Rabelo LS, Vilhena AMGF, Bastos EMAF (2012) Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae), an oil-collecting bee. *Journal of Natural History* 46: 1129–1140
- Rabelo LS, Vilhena AMGF, Bastos EMAF, Augusto SC (2014) Differentiated use of pollen sources by two sympatric species of oil-collecting bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Natural History* 48: 1595-1609.doi: 10.1080/00222933.2014.886342.
- Ramalho M, Rosa JF (2010) Ecological interaction between the tiny keel flowers of *Stylosanthes viscosa* Sw. (Fabaceae) and the large bee *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* Ducke, 1910 (Apoidea, Hymenoptera), in tropical sand dune. *Biota Neotrop.*10: 93-98
- Ramalho M, Silva M (2002) Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. *Sitentibus. Série Ciências Biológicas* 2: 34-43
- Rebouças PLO (2004) Interações entre abelhas e flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) e *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin e Barneby var. *ramosa* (Leguminosae - Caesalpiniaceae) em uma área de restinga no litoral norte da Bahia. Dissertação (mestrado em ecologia e Biomonitoramento) Universidade Federal da Bahia, p 65
- Rocha CFD (2000) Biogeografia de Répteis de Restingas: Distribuição, ocorrência e endemismos. In: ESTEVES, F.A. e LACERTA, L.D. (eds). *Ecologia de Restingas e Lagoas costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé – RJ, Brasil. p 99-116
- Rubik DW (1989) *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge University Press, New York, p 514
- Roubik DW, Villanueva-Gutierrez R (2009) Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biol. J. Linn. Soc.* 98: 152-160
- Rust RW (1998) The effects of cavity diameter and length on the nesting biology of *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Hymenoptera Research* 7: 84-93
- Santos CO (2013) Influencia do comprimento do ninho-armadilha na seleção das cavidades para nidificação, na mortalidade da prole e na razão sexual de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae). Dissertação (Mestrado em Zoologia) Feira de Santana, Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, p 53

- Santos RM (2011) Análise do pólen nas provisões larvais de *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini) em agroecossistema com cultivo de aceroleira (*Malpighia emarginata* dc) no semiárido baiano. Dissertação (Mestrado). Feira de Santana, Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, p 57
- Santos RM, Aguiar CML, Dórea MC, Almeida GF, Santos FAR, Augusto SC (2013) The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. *Apidologie* 44: 630–641
- Sazan MS, Bezerra ADM, Freitas BM (2014) Oil collecting bees and *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) interactions: the prevalence of long-distance cross pollination driving reproductive success. *An Acad Bras Cienc* 86: 347-357
- SEI. – Anuário Estatístico da Bahia. Salvador: SEI, p.57-58,1999.
- Sekita N (2001) Managing *Osmia cornifrons* to pollinate apples in Aomori prefecture, Japan. *Acta Horticulturae* 561:303-308, 2001.
- Silva FO, Viana BF, Neves EL (2001) Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology* 30: 541–545
- Silva FO, Viana BF (2002) Distribuição de ninhos de Abelhas *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) em uma área de dunas litorâneas. *Neotropical Entomology* 31: 661-664
- Silva SM (1990) Diagnósticos das Restingas no Brasil. Universidade Federal do Paraná, p 27
- Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB (2002) Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. In: Fernando A. Silveira (ed.) Belo Horizonte, p 253
- Silveira-Neto S, Nakano O, Barbin D, Nova NAV (1976) Manual de ecologia dos insetos. Agronômica Ceres, São Paulo, Ed, p 419
- Siqueira KMM, Martins CF, Kiill LHP, Silva LT (2011) Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras. *Revista Caatinga* 24: 18-25
- Steffan-Dewenter I, Westphal C (2008) The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. *Journal of Applied Ecology* 45: 737–741
- Stephen WP, Osgood CE (1965) Influence of tunnel size and nesting medium on sex ratios in a leaf-cutter bee, *Megachile rotundata*. *Journal of Economic Entomology* 58: 965-968

- Torchio PF, Asensio E (1985) The introduction of the European bee, *Osmia cornuta* Latr, into the US as a potential pollinator of orchard crops, and a comparison of its manageability with *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera, Megachilidae). J.Kans Entomol Soc. 58: 42-52
- Torchio PF, Tepedino VJ (1980) Sex ratio, body size and seasonality in a solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). Evolution 34: 993-1003
- Vandenberg JD (1995) Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). Journal of Economic Entomology 8: 592-599
- Viana BF, Kleinert AMP (2006) Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 50: 53-63
- Viana BF, Santos IA (2002) Bee diversity of coastal sand dunes of Brazil. In: Kevan PG, Imperatriz Fonseca VL(eds). Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Ministry of Environment. 1 ed. Brasília: Barbara Bela - Editora Gráfica, pp 135-153
- Viana BF, Silva FO, Kleinert AMP (2001) Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. Neotropical Entomology 30: 245-251
- Viana BF (1999) Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações. Tese (doutorado) São Paulo, São Paulo, Universidade de São Paulo, p 171
- Vilhena AMGF, Augusto SC (2007) Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. Biosci. J. 23: 14-23
- Vilhena AMGF, Rabelo LS, Bastos EMAF, Augusto SC (2012) Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. Apidologie 4: 51–62
- Vinson SB, Frankie GW, Cônsoli R (2010) Description, comparison and identification of nests of cavity-nesting *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae: Centridini) in Guanacaste Province, Costa Rica. J Kans Entomol Soc. 83: 25-46
- Westrich P (1996) Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: MATHESON, A. et. al. (ed.). The conservation of bees. London: Academic Press, p 254

- Winfree R, Williams NM, Gaines H, Ascher JS, Kremen C (2008) Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology* 45: 793–802
- Wolda H (1988) Insect seasonality: why? *A. Rev. Ecol. Syst.* 19: 1-18
- Yamada Y, Oyama N, Sekita N, Shirasak S, Tsugawa C (1971) The ecology of the Megachilid bee *Osmia cornifrons* and its utilization for apple pollination. *Bulletin of the Aomori Apple Experiment Station* 26: 39–77
- Yamamoto M, Silva CI, Augusto SC, Barbosa A, Oliveira PEO (2012) The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie* 43: 515–526
- Yamamoto M, Silva CI, Augusto SC, Barbosa A, Oliveira PEO (2014) Estimating crop pollinator population using mark-recapture method. *Apidologie* 45: 205–214

Tabela 1. Número de ninhos ocupados (N) e (I) indivíduos emergentes de espécies de abelhas, na RPPN Dunas do Santo Antônio, BA, em dois pontos amostrais, entre setembro/2006 a novembro/2007.

Espécies	Ponto 1			Ponto 2			TOTAL (N/I)
	TG (N/I)	TP (N/I)	Bambu (N/I)	TG (N/I)	TP (N/I)	Bambu (N/I)	
<i>Centris analis</i>	5/5	10/21	0	0	15/15	0	30/41
<i>Centris tarsata</i>	51/106	0	13/72	54/60	5/0	16/53	139/291
<i>Centris trigonoides</i>	10/23	0	0	1/2	0	0	11/25
<i>Tetrapedia diversipes</i>	0	0	0	2/4	11/15	0	12/19
<i>Euglossa cordata</i>	0	0	2/1	0	0	1/9	3/10
TOTAL (N / I)	66/134	10/21	15/73	56/66	31/30	17/62	195/386

TG= Tubo Grande TP= Tubo Pequeno.

Tabela 2. Matriz de correlação linear de Spearman (ρ), para as variáveis bióticas referentes a número de ninhos-armadilha (NA) fundação e variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima) na RPPN Dunas do Santo Antônio, BA, entre novembro/2006 a novembro/2007.

	Precipitação Pluviométrica	Temperatura máxima	Temperatura mínima
NA fundados	0,0332	0,4011	0,7046**
<i>Centris analis</i>	0,3732	0,2220	0,3423
<i>C. tarsata</i>	-0,0657	0,4875	0,6208*
<i>C. trigonoides</i>	-0,1663	0,5326	0,6428*
<i>Euglossa cordata</i>	0,0271	0,4675	-0,1019
<i>Tetrapedia diversipes</i>	0,2385	0,6033*	0,2395

Significativo pelo teste t de Student * $P < 0,05$ e ** $P < 0,01$.

Tabela 3. Matriz de correlação linear de Spearman (ρ) para as variáveis bióticas referentes ao número de emergência de imagos e variáveis abióticas (temperatura máxima e mínima, Precipitação pluviométrica) na RPPN Dunas do Santo Antônio, BA, entre novembro/2006 a novembro/2007.

	Precipitação Pluviométrica	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Total de emergências	0,177	0,035	0,620*
<i>Centris analis</i>	0,469	0,364	0,192
<i>C. tarsata</i>	0,135	0,055	0,756**
<i>C. trigonoides</i>	0,357	0,158	0,616**
<i>Tetrapedia diversipes</i>	0,349	0,299	0,246
<i>Euglossa cordata</i>	0,171	0,228	-0,114

Significativo pelo teste t de Student * $P < 0,05$ e ** $P < 0,01$.

Tabela 4. Razão sexual, número de indivíduos, número de células, total de NA ocupados das espécies de abelhas que nidificaram em ninhos-armadilha (NA), na RPPN Dunas de Santo Antônio, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

Espécies	♂	♀	Razão Sexual	X ²		Ind (n)	Células (n)	Total de NA	Cel/NA	Ind/NA	Cel. Vestibular
<i>Centris tarsata</i>	143	35	4,09M:1F	18,91	$P < 0,0001$	166	263	110	2,39	1,51	+
<i>C. tarsata</i> (NA_bambu)	63	66	0,95M:1F	0,004	$P = 0,9504$	125	130	29	4,48	4,31	-
<i>C. analis</i>	32	20	1,60M:1F	0,974	$P = 0,3236$	41	81	39	2,08	0,51	+
<i>C. trigonoides</i>	16	11	1,45M:1F	0,168	$P = 0,6818$	25	38	11	3,45	2,27	-
<i>Tetrapedia diversipes</i>	16	3	5,33M:1F	3,606	$P = 0,0576$	19	33	12	2,75	1,58	+
<i>Euglossa cordata</i> (NA_bambu)	5	6	1M:1F			10	11	3	1,1	3,33	-
Total	275	141	1,95M:1F	21,5	$P < 0,0001$	386	556	204	2,73	1,89	

(+) Presente, (-) Ausente

Tabela 5. Tempo de desenvolvimento, em laboratório após coleta, das espécies de abelhas que fundaram ninhos na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, entre novembro/2006 a novembro/2007.

Espécies nidificantes	Tempo de desenvolvimento em laboratório após remoção do ninho do campo (dias).									
	01_30	31-60	61-90	91-120	121-150	151-180	181-210	211-240	241-271	>271
<i>Centris tarsata</i>	155	147	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centris analis</i>	22	4	15	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centris trigonoides</i>	1	3	-	-	-	1	2		12	5
<i>Tetrapedia diversipes</i>	1	3	-	-	2	4	3	3	-	-
<i>Euglossa cordata</i>	1	7	-	-	-	-	-	-	-	1
TOTAL	180	164	15	-	2	5	5	3	12	6

Tabela 6. Taxas de mortalidade da prole de espécies de abelhas, por causas desconhecidas ou parasitismo, que nidificaram em ninhos-armadilha, de novembro/2006 a novembro/2007, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA.

Espécie	Ponto 1	Ponto 2	Total
<i>Centris tarsata</i> (NA cartolina)	10,14%	29,60%	19,39%
<i>C. tarsata</i> (NA Bambu)	1,37%	7,02%	3,85%
<i>C. analis</i>	20,45%	37,83%	28,40%
<i>C. trigonoides</i>	26,32%	-	26,32%
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	18,18%	18,18%
<i>Euglossa cordata</i> (NA_Bambu)	50%	-	9,09%
Total	11,30%	19,83%	15,54%

Tabela 7. Mortalidade da prole de espécies de abelhas, em diferentes estágios de desenvolvimento, em ninhos armadilhas (somente tubos de cartolina preta), entre novembro/2006 a novembro/2007, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA. (O=Ovo, L=Larva, P=Pupa e A=Adulto).

Espécie	Ponto 1					Ponto 2					Total
	O	L	P	A	Total	O	L	P	A	Total	
<i>Centris analis</i>	1	1	0	7	9	6	3	1	4	14	23
<i>Centris tarsata</i>	10	2	0	2	14	11	6	2	18	37	51
<i>Centris trigonoides</i>	4	3	0	3	10	0	0	0	0	0	10
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	-	-	-	-	0	1	0	5	6	6
Total	15	6	0	12	33	17	10	3	27	57	90

Tabela 8. Taxa de parasitismo de células cria de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, na RPPN Dunas de Santo Antônio, BA, de novembro/2006 a novembro/2007. Ponto 1 -Vegetação aberta; Ponto2 – Vegetação arbórea

Espécie	Ponto 1	Ponto 2
<i>C. tarsata</i>	4,35%	8,8%
<i>C. tarsata</i> (NA_Bambu)	2,74%	12,28%
<i>C. analis</i>	-	17,39%
<i>C. trigonoides</i>	5,26%	-
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	21,21%
<i>Euglossa cordata</i> (NA_Bambu)	-	33,33%
Total	3,85%	10,32%

Tabela 9. Taxa de parasitismo e número de células parasitadas por insetos associado às espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilhas (NA), RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

Espécie nidificante	Parasita (s) associado (s)	Nº de células parasitadas	Taxa de parasitismo (%)
<i>Centris tarsata</i> (NA_Cartolina)	<i>Anthrax</i> sp	7	6,46
	<i>Mesocheira bicolor</i>	7	
	<i>Leucospis</i> sp	3	
<i>C. tarsata</i> (NA_Bambu)	<i>Mesocheira bicolor</i>	8	6,92
	<i>Anthrax</i> sp	1	
<i>C. analis</i>	<i>Leucospis</i> sp	7	8,64
<i>C. trigonoides</i>	<i>Leucospis</i> sp	2	5,26
<i>Euglossa cordata</i> (NA_Bambu)	<i>Anthrax</i> sp	3	27,27
<i>Tetrapedia diversipes</i>	<i>Leucospis</i> sp	6	31,57
	<i>Anthrax</i> sp	1	

Tabela 10. Estudos de levantamento de abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes realizados, em alguns biomas brasileiros, utilizando o método dos ninhos-armadilha (N= matriz natural, SN= Semi-natural e C = cultivada).

Biomas	Matriz	Estado	No. Espécies de abelhas	Dimensão dos ninhos		Material	Referência
				Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)		
Mata Atlântica	SN	MG	11	3 a 12,9	100	Bambu	PÉREZ-MALUF, 1993
Dunas litorâneas	N	BA	07	8, 10, 15 e 20	100	Blocos de madeira	VIANA, 1999
Caatinga	N	BA	04	6 e 8	58 e 105	Tubos em cartolina	AGUIAR et al 2005
				5-23	Variado	Bambu	
Mata semi-decídua	N	BA	08	6 e 8	58 e 105	Tubos em cartolina	AGUIAR et al 2005
				5-23	Variado	Bambu	

Tabela 10. Continuação

Biomass	Matriz	Estado	No. Espécies de abelhas	Dimensão dos ninhos		Material	Referência
				Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)		
Manguezal e Restinga	N	PB	07	4, 6, 8 e 11	110	Tubos em cartolina	MADEIRA-DA-SILVA, 2004
Tabuleiro	N	PB	12	4 6, 8, 11, 13 e 15	80 110	Tubos em cartolina	AGUIAR e MARTINS, 2002
Brejos	N	PR	07	7, 10 e 13	120	Tubos em cartolina	BUSCHINI, 2006
Campos	N	PR	07	7, 10 e 13	120	Tubos em cartolina	BUSCHINI, 2006
Floresta de Araucária.	N	PR	04	7, 10 e 13	120	Tubos em cartolina	BUSCHINI, 2006

Tabela 10. Continuação

Biomass	Matriz	Estado	No. Espécies de abelhas	Dimensão dos ninhos		Material	Referência
				Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)		
Floresta ombrófila Mista Montana	SN	SC	09	7,10 e 13 Variado	120 Variado	Tubos em cartolina Bambu	KRUG e ALVES-DOS-SANTOS, 2008
Mata Atlântica	N	SP	11	6 e 8	58 e 85	Tubos em cartolina Bambu	CORDEIRO, 2009
Floresta semidecídua	SN	SP	08	6, 7 e 8	58 e 85	Tubos em cartolina	GAZOLA e GAROFALO, 2009
Cerrado	SN	SP	13	6, 7 e 8	58 e 85	Tubos em cartolina	GAZOLA e GAROFALO, 2009
Cerrado	C	MG	11	6 e 8 5 – 25	58 e 105 250	Tubos em cartolina Bambu	MESQUITA e AUGUSTO, 2011

Tabela 10. Continuação

Biomass	Matriz	Estado	No. Espécies de abelhas	Dimensão dos ninhos		Material	Referência
				Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)		
Caatinga	C	BA	03	6 e 8	10	Tubos em cartolina	PINA e AGUIAR, 2011
Caatinga	C	BA	03	6 e 8	10	Tubos em cartolina	OLIVEIRA, 2012

Fig 1 Mapa de localização da área de estudo (RPPN Dunas de Santo Antônio), Mata de São João, Bahia. Fonte: Menezes 2007.

Fig 2 Esquema ilustrativo da disposição das formações vegetais encontradas na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, em 2006. Fonte: Oliveira (2011).

Fig 3 Estação experimental de coleta de dados, instalada na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, no período de novembro/2006 a novembro/2007

Fig 4. Acondicionamento em laboratório de ninhos-armadilhas em cartolina coletados na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia, no período de novembro/2006 a novembro/2007. Destaque para os dois tipos de NA em cartolina preta onde: (A) tamanho pequeno (58 X 6 mm), e (B) grande (105 X 8 mm).

Fig. 5. Total de ninhos-armadilha (NA) fundados por abelhas e vespas, e precipitação mensal acumulada, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, no período de novembro/2006 a novembro/2007.

Fig. 6. Número de células construídas por espécies de abelhas” em ninhos em cartolina, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

Fig. 7. Número de células construídas em ninhos-armadilhas em cartolina e em bambu, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

Fig. 8. Disposição oblíqua (A), linear (B) e alternada (C) de células de cria construídas por fêmeas de *Centris tarsata* em ninhos-armadilhas em bambu, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

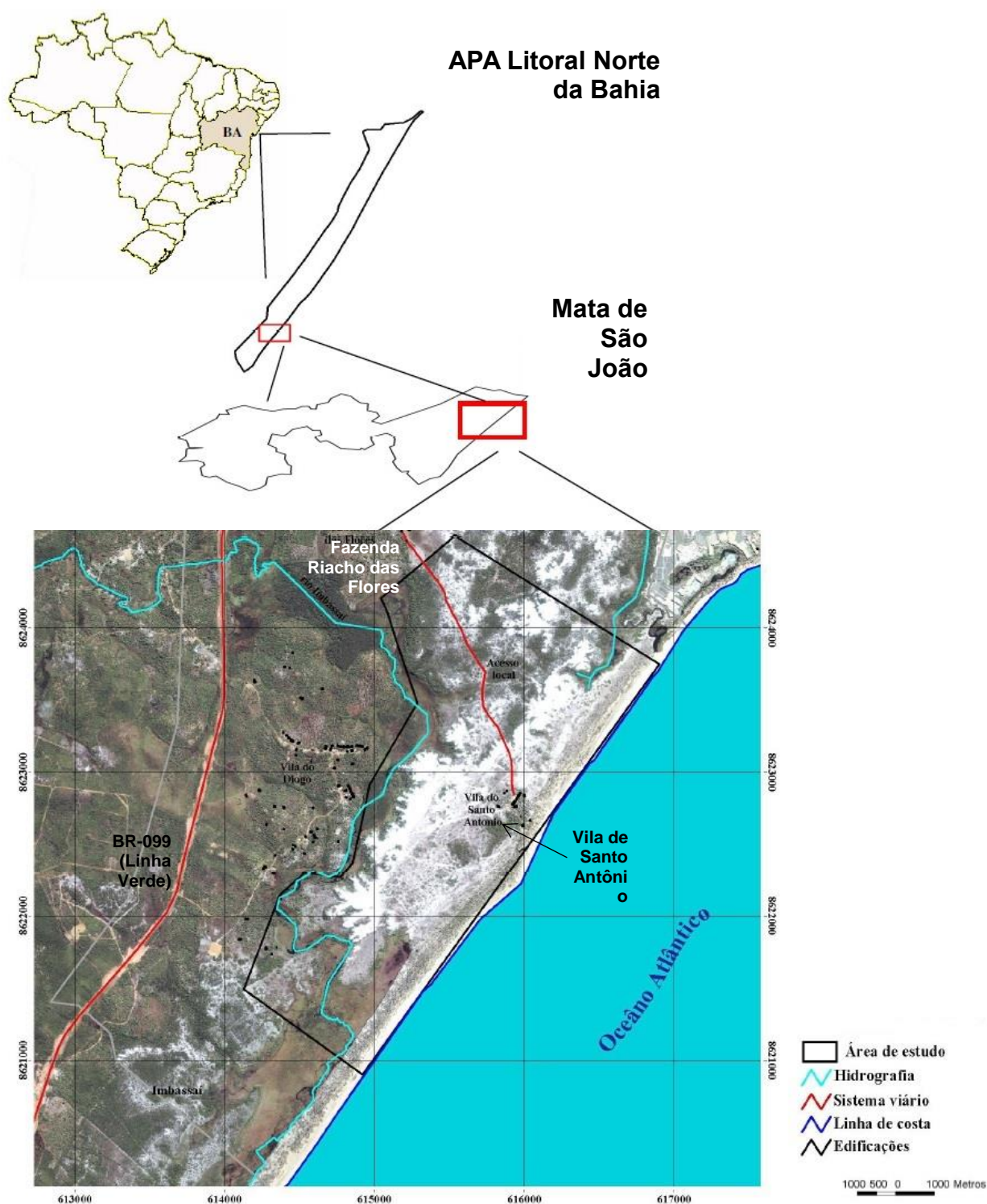
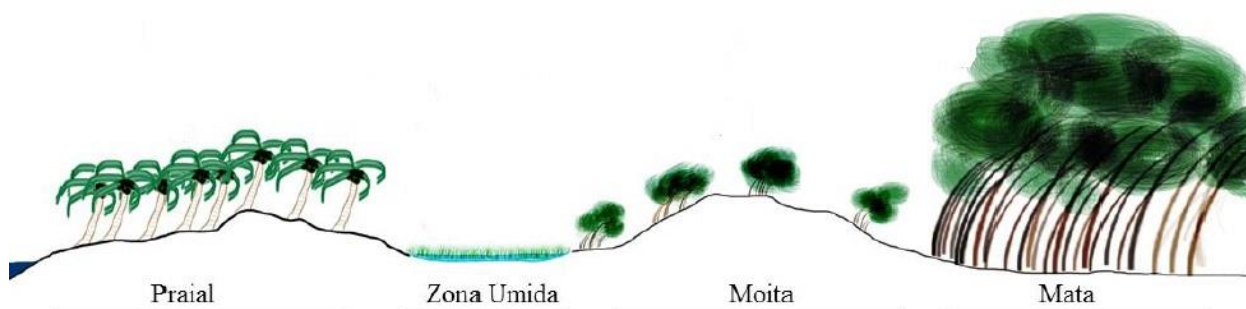


Fig 1 Mapa de localização da área de estudo (RPPN Dunas de Santo Antônio), Mata de São João, Bahia. Fonte: Menezes 2007.



Fonte: modificada de Oliveira (2011).

Fig 2 Esquema ilustrativo da disposição das formações vegetais encontradas na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, em 2006.



Fig 3 Estação experimental de coleta de dados, instalada na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, no período de novembro/2006 a novembro/2007.



Fig 4 Acondicionamento em laboratório de ninhos-armadilhas em cartolina coletados na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia, no período de novembro/2006 a novembro/2007. Destaque para os dois tipos de NA em cartolina preta onde: (A) tamanho pequeno (58 X 6 mm), (B) grande (105 X 8 mm) e gomo de Bambu (C).

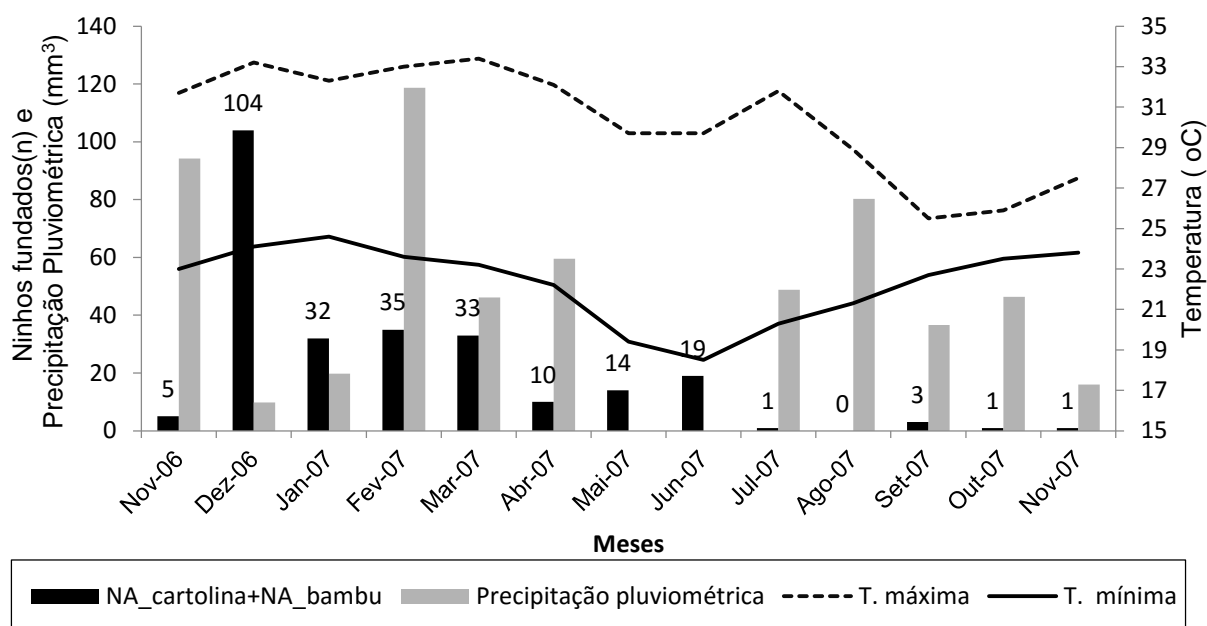


Fig 5 Total de ninhos-armadilha (NA) fundados por abelhas, temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica mensal acumulada, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, no período de novembro/2006 a novembro/2007.

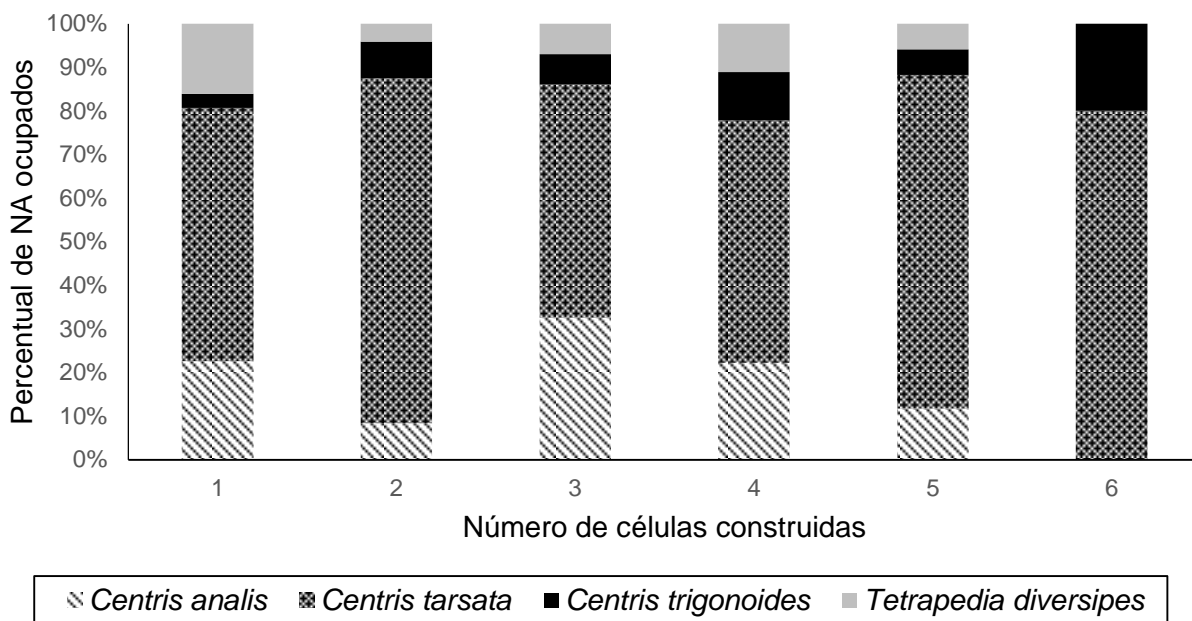


Fig 6 Número de células construídas por espécies de abelhas” em ninhos em cartolina, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

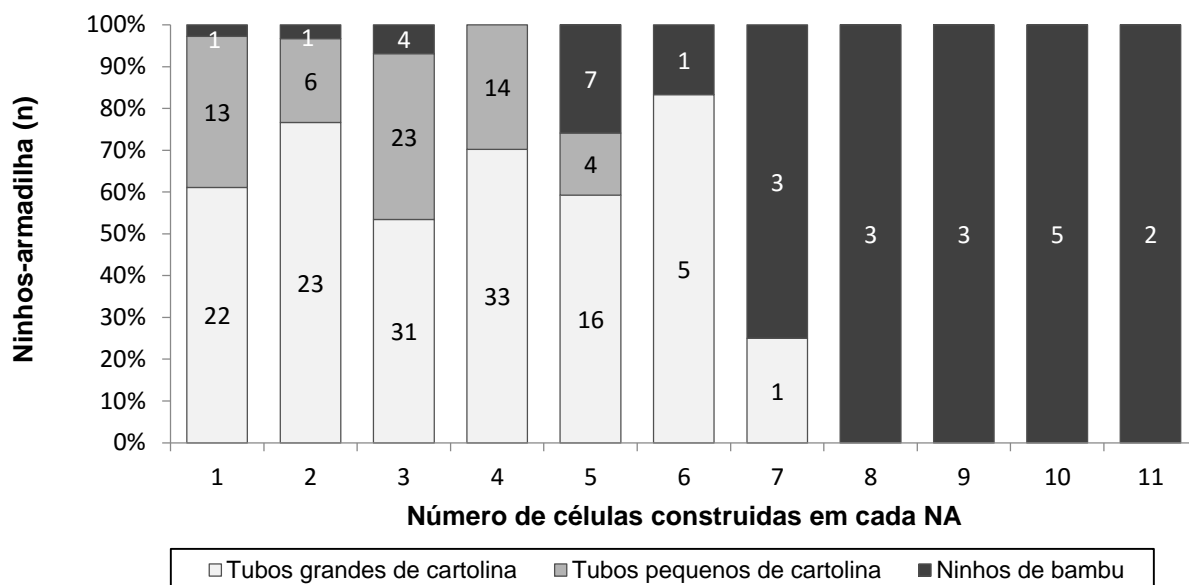


Fig 7 Número de células construídas em ninhos-armadilhas em cartolina e em bambu, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

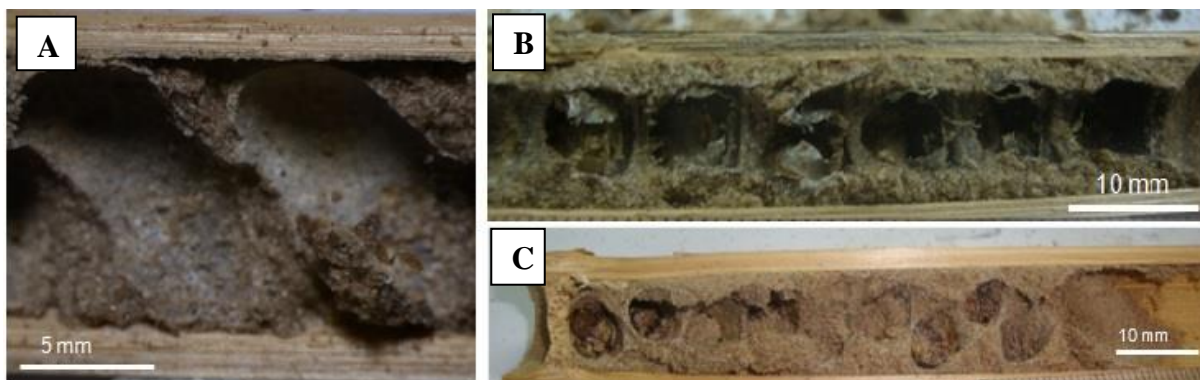


Fig 8 Disposição oblínua (A), linear (B) e alternada (C) de células de cria construídas por fêmeas de *Centris tarsata* em ninhos-armadilhas em bambu, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, BA, de novembro/2006 a novembro/2007.

ARTIGO 2

AS ABELHAS SILVESTRES (HYMENOPTERA, APOIDEA) DE UMA ÁREA DE DUNAS TROPICAIS COSTEIRAS: DIVERSIDADE E RELAÇÕES TRÓFICAS¹.

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Neotropical Entomology, em versão na língua inglesa.

As abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de dunas tropicais costeiras: diversidade e relações tróficas

Resumo: Existe um reduzido número de estudos sobre fauna e flora apícola da costa brasileira e pouco se conhece sobre as relações tróficas entre as abelhas e as suas fontes de recursos florais. Foram realizadas coletas mensais, de maio 2005 a setembro 2006, por dois dias consecutivos, das 6:00 às 17:00 h, com o objetivo de conhecer a comunidade de abelhas, identificar suas fontes tróficas e entender como as abelhas utilizam esses recursos nas dunas e restinga no Litoral da Bahia. Foram coletadas 1.637 abelhas, pertencentes a 73 espécies em flores de 41 espécies vegetais. Sendo 84% das abelhas capturadas em flores de *Chrysobalanus icaco* L., *Cuphea brachiata* (Mart.) Koehne, *Waltheria cinerescens* A.St. Hil., *Chamaecrista ramosa* var. *ramosa* (Vogel) H.S. Irwin e Barneby, *Byrsonima microphylla* A. Juss., and *Humiria balsamifera* var. *parvifolia* (A. Juss.) Cuatrec. As espécies de abelhas *Xylocopa cearensis* Ducke e *Centris decolorata* Lepelletier foram consideradas as mais abundantes, dominantes e constantes. *C. decolorata* visitou 11 espécies de plantas, obteve o maior valor de amplitude de nicho trófico ($H'=2,11$) e alto índice de uniformidade ($J' = 0,88$). *X. cearensis*, embora tenha sido uma abelha abundante, visitando 23 espécies de plantas, apresentou o quarto maior valor de amplitude de nicho trófico ($H'=1,84$), concentrando o seu forrageamento em três espécies de plantas, resultando em índice de uniformidade moderado ($J'=0,59$). A sobreposição do nicho trófico entre pares de espécies de abelhas variou de zero a 0,87. O maior valor de sobreposição de nicho trófico (0,87) foi encontrado entre *Centris spilopoda* Moure e *Centris caxienses* Ducke, que compartilharam cinco espécies vegetais, sendo *B. microphylla* a planta mais importante, considerada uma fonte de óleo e pólen. Essa planta teve uma alta representatividade para o agrupamento *Centris spilopoda* Moure e *Centris aenea* Ducke, considerado o segundo maior valor de sobreposição (0,70) encontrado. Há uma baixa diversidade de abelhas na comunidade em estudo, sendo a maioria generalista, constantes e poucas espécies são dominantes. As fontes tróficas estão concentradas em poucas espécies vegetais, compartilhadas por muitas espécies de abelhas. No entanto, os valores de sobreposição de nicho trófico foram baixos, provavelmente, devido à preferência de algumas abelhas por plantas específicas.

Palavras chave: *Centris*, *Xylocopa*, nicho trófico, Restinga, recurso floral.

**Wild bees (Hymenoptera, Apoidea) from a tropical coastal sand dunes area:
diversity and trophic relationships**

Abstract: Few studies exist about the bee fauna and flora of the Brazilian coast and little is known about the trophic relationships between bees and their sources of floral resources. Between May 2005 and September 2006, we conducted monthly collections over two consecutive days, between 6:00 a.m. to 17:00 p.m., in order to investigate the bee community, identify its trophic sources and understand how bees use these resources in dunes and restinga on the Bahian coast. We collected 1,637 bees, belonging to 73 species, on flowers from 41 plant species. Eighty-four percent of the bees captured on flowers were from *Chrysobalanus icaco* L., *Cuphea brachiata* (Mart.) Koehne, *Waltheria cinerescens* A.St. Hil., *Chamaecrista ramosa* var. *ramosa* (Vogel) H.S. Irwin e Barneby, *Byrsonima microphylla* A. Juss., and *Humiria balsamifera* var. *parvifolia* (A. Juss.) Cuatrec. The bee species *Xylocopa cearensis* Ducke, 1910 and *Centris decolorata* Lepeletier, 1841 were the most abundant, dominant and constant. *Centris decolorata* visited 11 plant species, obtained the highest value for trophic niche breadth ($H'=2.11$) and the highest evenness index ($J'=0.88$). Although *X. cearensis* was an abundant bee, visiting 23 plant species, it presented the fourth highest values for trophic niche breadth ($H'=1.84$), concentrating its foraging on 3 plant species, resulting in a moderate evenness index ($J'=0.59$). Trophic niche overlap between pairs of bee species varied from zero to 0.87. The highest value for trophic niche breadth (0.87) was found in *Centris spilopoda* Moure, 1969 and *Centris caxienses* Ducke, 1907, which shared five plant species, with *B. microphylla* being considered the most important oil and pollen sources. His plant had the highest representation for the *Centris spilopoda* Moure - *Centris aenea* Lepeletier, 1841 grouping, with the second highest trophic niche overlap (0.70). There is little bee diversity in the studied community, with most being generalist and constant, while few species are dominant. The trophic sources are concentrated in a small number of plant species shared by many bee species. However, the trophic niche overlap values were low, probably due to some bees' preference for specific plants.

Key words: *Centris*, *Xylocopa*, trophic niche, Floral resource, restinga.

INTRODUÇÃO

Dunas e Restingas são áreas abertas, próximas ao mar sujeitas às condições de ventos fortes, salinidade, elevada irradiação solar e erosão do solo (Gottsberger *et al* 1988, Lacerda & Esteves 2000). As espécies de abelhas e plantas associadas que compõem esse ecossistema podem ser nativas ou de ecossistemas adjacentes como floresta Atlântica, cerrado e tabuleiro arenoso (Araujo & Henriques 1984, Freire 1990, Pereira & Araújo 2000, Scarano 2002). A especulação imobiliária, retirada de areia, tráfego de veículos e deposição de lixo são os principais fatores que contribuem com a degradação dos ambientes costeiros, interferindo diretamente na disponibilidade de recursos alimentares e locais de nidificação para as populações de abelhas e os serviços de polinização.

Os primeiros estudos sistematizados sobre a composição das comunidades de abelhas nos ecossistemas costeiros, particularmente em dunas e restingas, foram desenvolvidos na região Sul por Laroça (1974). Posteriormente são conhecidos os trabalhos de Zanella (1991); Zanella *et al* (1998), Gonçalves & Melo (2005) no Paraná e Alves-dos-Santos (1999) no Rio Grande do Sul. No Nordeste brasileiro destacam-se os estudos de Albuquerque *et al* (2007) e Oliveira *et al* (2010) sobre fauna apícola das dunas litorâneas de São Luiz (MA); Madeira-da-Silva & Martins (1999), Madeira-da-Silva & Martins (2003) que estudaram a comunidade de abelhas em remanescente de restinga na Paraíba (Intermares, Cabedelo); e de Viana & Kleinert (2005) que estudaram a composição da apifauna das dunas litorâneas do Abaeté, na Bahia.

Destacam-se também estudos sobre as relações entre as abelhas e as flores em ambientes costeiros desenvolvidos no Maranhão (Gottsberger *et al* 1988), na Paraíba (Madeira-da-Silva e Martins 1999, Madeira-da-Silva *et al* 2003; Madeira-da-Silva 2004), na Bahia (Viana 1999, Viana *et al* 2001, Costa & Ramalho 2001, Costa *et al* 2006, Ramalho & Silva 2002, Silva 2003, Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004; Viana & Kleinert 2005, 2006), e no Rio de Janeiro (Pinheiro *et al* 1988).

Os ecossistemas de dunas e restingas apresentam uma baixa diversidade de espécies de abelhas quando comparado a estudos feitos em regiões de mata (Wilms *et al* 1996), cerrado (Silveira & Campos 1995, Rêgo 1998) e ecossistemas costeiros do Sul do Brasil (Zanella *et al* 1998, Alves-dos-Santos 1999). Em uma

síntese feita por Silva *et al* (2015) foi verificado que os maiores valores de diversidade e de equitabilidade estão relacionados a áreas de mata costeiras. Em restingas abertas e dunas esses valores foram mais baixos. Viana & Alves-dos-Santos (2006) em trabalho de revisão verificaram que há um predomínio da família Apidae nas dunas costeiras do Nordeste do Brasil, enquanto as famílias Halictidae e Megachilidae se destacam nas áreas do sul e sudeste.

As diferenças na composição das espécies num mesmo ecossistema pode estar relacionada a composição florística dos ambientes. Estudos realizados com espécies da tribo Centridini (Apidae), afirmam que há um menor número de espécies nas dunas quando comparada à restinga arbustiva arbórea, podendo ser justificado pela menor oferta de recursos florais (néctar, pólen e óleo floral) por unidade de área do ambiente (Rosa & Ramalho 2011). Apesar disso, foram encontradas espécies de abelhas muito frequentes nestes ambientes como *Centris decolorata* Lepelletier (= *Centris leprieuri*) (Gottsberger *et al* 1988, Silva *et al* 2015) e também de plantas como *Krameria baiana* e *Byrsonima microphylla* (Queiroz *et al* 2012).

Centris spp e *Xylocopa* spp são abelhas consideradas robustas, aspectos morfológicos que facilitariam a ocorrência destas abelhas em ambientes abertos, como os de dunas e restingas (Gottsberger *et al* 1988, Viana 1999). Espécies de abelhas desses gêneros foram consideradas polinizadoras de plantas frequentes em ambientes costeiros tais como: *Cuphea brachiata* (Mart.) Koehne (Pigozzo *et al* 2006); *Comolia ovalifolia* DC Triana (Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004); *Chamaecrista ramosa* var. *ramosa* (Vogel) H.S. Irwin e Barneby (Oliveira-Rebouças & Gimenes 2011); *Stylosanthes viscosa* (L.) Sw. (Ramalho & Rosa 2010); *Krameria baiana* BB Simpson (Gimenes & Lobão 2006); *Eriope blanchetii* (Benth.) Harley (Silva *et al* 2007) e *Acosmium bijugum* (Vogel) Yakovlev, *Humiria balsamifera* var. *parvifolia* (A. Juss.) Cuatrec, *Waltheria cinerescens* A.St. Hil, *Kielmeyera argentea* Choisy, *Ouratea rotundifolia* (Gardner) Engl., *Ouratea suaveolens* (A.St.-Hil.) Engl. (Costa & Ramalho 2001); e *Byrsonima sericea* A. DC., *Byrsonima microphylla* A. Juss., *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Costa *et al* 2006).

Algumas investigações sobre a flora apícola, por meio de levantamentos de abelhas em flor, apontam um padrão generalista no uso dos recursos florais em diferentes ecossistemas brasileiros (Figueiredo *et al* 2013, Rodarte *et al* 2008, Viana & Kleinert 2006, Aguiar 2003, Alves-dos-Santos 1999, Martins 1995). Das fontes de

recursos florais encontradas em inventários sobre a flora apícola destaca-se a importância das espécies de plantas da família Solanaceae e Fabaceae (destaque para subfamília Caesalpinioideae) como fonte de pólen, e as espécies da família Malpighiaceae como fonte de óleo e pólen (Rodarte *et al* 2008, Viana & Kleinert 2006, Aguiar *et al* 2003, Aguiar 2003, Gottsberger *et al* 1988, Martins 1995).

Esse estudo teve o objetivo de estudar a comunidade de abelhas, identificar suas fontes de recursos florais e entender de que forma essas abelhas utilizam esses recursos em uma área de dunas e restinga no Litoral Norte da Bahia. Dessa forma: (1) Conhecer a comunidade de abelhas da área de estudo e saber como essas populações estão estruturadas com base na abundância de indivíduos e de riqueza de espécies; (2) Reconhecer as espécies de plantas visitadas pelas abelhas e identificar os recursos florais coletados e analisar a amplitude trófica das abelhas mais frequentes; (3) Investigar a existência de sazonalidade na atividade de visita das abelhas às flores na área, observando correlação com os fatores macroclimáticos; (4) Definir o nicho trófico das abelhas mais frequentes, investigar a sobreposição na utilização dos recursos florais, e inferir sobre as relações tróficas dessas espécies de abelhas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Particular de Patrimônio Natural Dunas de Santo Antônio (RDS), município de Mata de São João, Bahia (12°27'20,4"S 37°56'05,0"W). O clima local é Tropical (A α), segundo a classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de 25,4 °C, com máxima de 31 °C e mínima de 21 °C. A pluviosidade anual média é de 1600 a 2000 mm, sendo de abril a junho o período chuvoso, e de setembro a janeiro o período com menores valores pluviométricos mensais (SEI 1999).

Esse estudo foi desenvolvido na formação aberta de restinga em moitas, que é formada por uma vegetação de porte herbáceo e arbustivo aberto, espaçada entre si por corredores de areia nua ou vegetação herbácea, permitindo assim um maior aporte da luz solar (Rocha 2000, Cogliatti-Carvalho *et al* 2001, Menezes 2007). As famílias Myrtaceae, Fabaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae,

Malpighiaceae, Melastomataceae e Mimosaceae totalizam 41% das espécies catalogadas por Queiroz (2007) para uma área de restinga no mesmo município, distando 4km da área de estudo. Menezes (2007) identificou como espécies vegetais mais abundantes para a área da RPPN Dunas de Santo Antônio: *Humiria balsamifera* (Humiriaceae), *Waltheria cinerescens* (Malvaceae), *Chamaecrista ramosa* (Leguminosae), *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae) e *Cuphea brachiata* (Lythraceae).

Amostragem

As coletas das abelhas nas flores foram realizadas mensalmente, no período de maio de 2005 a setembro de 2006, em dois dias consecutivos. Três coletores percorreram um transecto de 2 km, das 6:00 às 17:00 h, permanecendo cerca de 5 a 10 minutos em cada planta com flor (adaptado de Sakagami *et al* 1967), no qual as abelhas foram capturadas sem escolha. O esforço total de coleta foi de 264 h.

As abelhas coletadas foram identificadas por comparação com o material de referência da Coleção Entomológica Johann Backer do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZUFS) e, em seguida, as identificações foram confirmadas por especialistas. O material testemunho foi depositado no MZUEFS.

As espécies de plantas visitadas pelas abelhas foram coletadas e identificadas por comparação com material de referência registrado em herbários, e confirmadas por especialistas. A nomenclatura botânica seguida foi a proposta pelo AngiospermPhylogenyGroup II (APG II 2003). O material testemunho foi depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). Os dados climáticos foram obtidos através do site <http://www.agritempo.gov.br/>.

Análise de dados

A guilda das abelhas da RPPN Dunas de Santo Antônio (RDS) foi descrita pela abundância de indivíduos e número de espécies capturadas, distribuídas em famílias, gêneros e espécies, pela amplitude do nicho trófico e pela sobreposição do uso das fontes de recursos alimentares. As espécies dominantes foram determinadas pela fórmula de Kato *et al* (1952). Uma determinada espécie foi considerada dominante quando o valor do limite inferior de confiança (LI) ficou acima

do limite de dominância (LD). O LD foi obtido pelo inverso do número total de espécies capturadas multiplicadas por 100 (Sakagami & Matsumura 1967).

Os índices de diversidade foram utilizados para combinar, a riqueza em espécies e a uniformidade ou equidade na distribuição dos indivíduos para cada espécie (Townsend *et al* 2006), utilizando o índice de diversidade de Shannon (H'), acompanhado do índice de equitabilidade (J') nos estudos de comunidades de abelhas.

A diversidade da apifauna da RDS foi estimada pelo índice de Shannon (1948): $H' = - \sum p_k \times \ln(p_k)$, onde p_k é a proporção da espécie k na amostra e a equitabilidade das espécies de abelhas na amostra foi calculada pelo índice de Pielou (J'): $J' = H'/H'_{\max}$ (Ludwing & Reynolds 1988), onde H'_{\max} é o logaritmo neperiano do número total de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha.

A amplitude do nicho trófico das abelhas foi calculada através do índice de Shannon (1948) usando a formula $H' = - \sum p_k \times \ln(p_k)$, onde p_k é a proporção de indivíduos coletados na planta k e \ln é o logaritmo neperiano do valor de p_k . A uniformidade das visitas de cada espécie de abelha às espécies de plantas foi calculado através do índice de Pielou pela fórmula $J' = H'/H'_{\max}$ (Ludwing & Reynolds 1988), onde H'_{\max} é o logaritmo neperiano do número total de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha. Para essas análises foram selecionadas as espécies com mais de 10 indivíduos coletados.

Tanto o índice de Shannon quanto o índice de Pielou foram calculados pelo programa PAST versão 1.85 (Hammer *et al* 2001).

A sobreposição de nicho alimentar foi calculada utilizando-se o índice de Schoener (Schoener 1968) utilizando a fórmula $NO_{ih} = 1 - 1/2 \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ onde “i” e “h” representam as espécies de abelhas comparadas, p_{ik} e p_{hk} são as proporções dos indivíduos respectivamente das espécies de abelhas “i” e “h” coletadas na espécie de planta k . O valor de “ p_k ” é obtido pela divisão do número de indivíduos da espécie “i” coletado na espécie de planta “k” pelo número total de indivíduos de “i” obtidos em todas as plantas.

A constância das espécies de abelhas (C) foi calculada usando a fórmula: $C =$ razão entre o número de meses em que a espécie “x” foi encontrada e o total de meses amostrados multiplicado por 100. As espécies foram classificadas em três

categorias, de acordo com valores obtidos: Constante ($C > 50\%$), acessória (C entre 25% e 50%) e acidental ($C < 25\%$) (Silveira-Neto *et al* 1976).

A Curva do Coletor foi construída através da acumulação do número de espécies capturadas durante o período de coleta. Para estimar a riqueza total de espécies que ocorrem na área de estudo, utilizou-se Colwell & Coddington (1994). Além disso, para determinar a suficiência amostral da guilda das abelhas, os estimadores não paramétricos de riqueza Chao 1, ACE (Abundance-based Coverage Estimator), Jackknife 1 e Bootstrap foram calculados pelo programa EstimateS 9.1.0 (Colwell 2013).

Segundo Magurran (2011), os estimadores não paramétricos, são ao mesmo tempo elegantes e eficientes, e oferecem o mais significativo avanço na medição de diversidade, por ter a capacidade de prever acuradamente a riqueza de espécies total de uma assembléia utilizando o menor tamanho amostral possível. Adotando simultaneamente as curvas de acúmulo de espécies e o método de Jackknife ou Chao, é possível obter, não apenas uma “fotografia” significativa da diversidade de espécies na assembléia, mas também uma boa estimativa de sua riqueza total.

Para verificar a influencia entre variáveis bióticas (número de indivíduos e espécies) e variáveis abióticas (temperatura média máxima e mínima, precipitação) foi aplicada a análise de regressão simples através do coeficiente de correlação de Spearman (ρ), sendo consideradas significativas $P < 0,05$ pelo teste t de Student, utilizando-se o Software PAST versão 1.85 (Hammer *et al* 2001).

RESULTADOS

Um total de 1.637 indivíduos foram coletados visitando flores, sendo 34 espécies de abelhas da família Apidae, 29 de Halictidae, sete de Megachilidae e três de Andrenidae (Tabela 1).

A família Apidae apresentou a maior abundância de indivíduos (1357; 83%), e riqueza de gêneros (14) e de espécies (34) (Tabela 1), seguida da família Halictidae, composta por três gêneros e 29 espécies. As tribos com maior número de indivíduos foram Xylocopini (42%), Centridini (31%), Augochlorini (14%), Bombini (4%) e Meliponini (3%). Aquelas que apresentaram maior riqueza de espécies foram: Augochlorini (25 spp), Centridini (15 spp) e Xylocopini (5 spp) (Tabela 1).

O maior número de indivíduos foi registrado nos meses de novembro e dezembro/2005, janeiro e fevereiro/2006. Esses meses fazem parte do trimestre menos chuvoso tanto de 2005 quanto de 2006. No trimestre mais chuvoso de 2006 (abril, maio e junho) foi observada uma queda na abundância e na riqueza das abelhas (Fig. 1).

As atividades das abelhas em flores ao longo do período de estudo ocorreram principalmente de setembro a maio, sendo registrados os maiores valores de abundância das abelhas entre outubro/2005 e fevereiro 2006. Com picos de abundância nos meses de dezembro/2005 (235 indivíduos), fevereiro/2005 (321 ind.) e maio/2006 (174 ind.) (Fig.1). A variável número de indivíduos de abelhas mensal apresentou correlação negativa significativa com a variável precipitação pluviométrica mensal ($\rho = - 0,53$; $P = 0,05$); e correlação significativa positiva com temperatura mínima mensal ($\rho = 0,70$; $P = 0,005$) e temperatura máxima mensal ($\rho = 0,64$; $P = 0,01$) (Tabela 2).

A curva de acumulação das espécies (ou curva do coletor) de abelhas na comunidade da RDS apresentou tendência progressiva à estabilização (Fig.2), indicando que houve suficiência amostral das espécies de Apoidea. Ocorreu um aumento expressivo do número de espécies até o mês de fevereiro e depois uma leve estabilização durante os cinco últimos meses de amostragem (março a junho e setembro de 2006), com incremento de somente seis espécies de abelhas no referido período. Até o quinto mês de coleta foram capturadas cerca de 50% das espécies de abelhas amostradas nesse estudo.

Em função da leve estabilização da curva de acumulação das espécies, foram utilizados estimadores de riqueza total a partir de dados amostrais da comunidade estudada. Os resultados obtidos através das análises com estimadores de riqueza não paramétricos variaram entre 87 (Bootstrap) e 101 (Jack 1) espécies, com valores intermediários de 94 (Chao 1) e 93 (ACE) espécies (Fig. 2) para os 14 meses de coleta. Esses índices sugerem que entre 73% a 85% da fauna de abelhas presente no local foram efetivamente amostradas. Entretanto, as curvas dos estimadores também não se estabilizaram, indicando que o aumento de amostragens poderia elevar o número de espécies estimadas.

A maioria das espécies de abelhas foi representada por poucos indivíduos e apenas 17 espécies foram representadas por mais de 13 indivíduos (Tabela 3). O

Limite de Dominância (LD) observado na RDS foi igual a 1,37%, onde onze espécies foram classificadas como dominantes e juntas representaram 82% dos indivíduos amostrados: *Xylocopa cearensis* Ducke (37,8%), *Centris decolorata* (17,6%), *Pseudaugochlora pandora* (Smith) (6,8%), *Bombus* sp1 (3,8%), *Xylocopa subcyanea* Pérez (3,1%), *Centris caxienseis*, Ducke (3%) *Pseudaugochlora* sp (2,7%), *Centris flavifrons* Fabricius (2,1%), *Centris aenea* Lepeletier (2%), *Partamona* sp1 (2%) e *Centris spilopoda* Moure (1,4%) (Fig. 3).

A maior parte das abelhas (48 espécies) coletadas foram consideradas acidentais quanto à constância nas amostras mensais, 13 espécies foram consideradas acessórias e nove espécies foram classificadas com espécies constantes. *Centris decolorata* e *X. cearensis* foram as espécies que apresentaram maior constância (93%), presentes em treze dos quatorze meses de estudo, indicando um longo período de atividades neste habitat (Tabela 4)

Com relação à riqueza de espécies de abelhas coletadas em cada mês, o número variou de duas (maio/05) a 27 espécies (novembro/05), sendo que no período entre novembro/05 a fevereiro/06 foram registrados os maiores valores (> 23 espécies). A variável número de espécies apresentou correlação significativa e positiva apenas com a variável temperatura mínima ($\rho = 0,59$; $P = 0,03$) (Tabela 2).

O valor do índice de diversidade de Shannon (H') foi igual a 2,54, e oscilou entre 0,67 (maio/05) e 2,62 (novembro/05). O índice de uniformidade de Pielou foi baixo ($J' = 0,59$), sendo encontrados valores entre 0,97 (maio/05) e 0,33 (fevereiro/06). Agosto, setembro e novembro de 2005 apresentaram os maiores valores para os índices de diversidade e equitabilidade respectivamente ($H' = 2,45$ e $J' = 0,88$; $H' = 2,61$ e $J' = 0,86$; e $H' = 2,62$ e $J' = 0,80$) (Tabela 4)

As abelhas visitaram 41 espécies de plantas (Tabela 5). A maior parte dos indivíduos (84%) foi capturada em oito plantas, *Chrysobalanus icaco* (20%), *Cuphea brachiata* (15%), *Waltheria cinerescens* (14%), *Chamaecrista ramosa* (14%), *Byrsonima microphylla* (7%), *Hulmiria balsamifera* (7%). As famílias Chrysobalanaceae (19%), Malvaceae (15%), Lytraceae (15%), Fabaceae-Caesalpinioidea (14%), Malpighiaceae (11%), Humiriaceae (7%) foram consideradas as mais visitadas pelas abelhas. As espécies de plantas com o maior número de indivíduos de abelhas coletados foram: *W. cinerescens* (29 espécies de abelhas), *C.*

ramosa (28), *H. balsamifera* (23), *C. brachiata* (21), *C. icaco* (16), *B. microphylla* (14) e *B. sericea* (10).

As 34 espécies de Apidae (1357 indivíduos) visitaram 35 espécies de plantas. As espécies de abelhas da tribo Centridini visitaram flores de *B. microphylla* (12 espécies), *B. sericea* (11 espécies), *C. ramosa* (9 espécies), *C. brachiata* (9 espécies), *C. ovalifolia* (9 espécies), *W. cinerescens* (5 espécies) e *S. paralias* (5 espécies). As cinco espécies de Xylocopini, visitaram as flores de *C. icaco* (4 espécies), *C. ramosa* (3 espécies), *C. brachiata* (2 espécies) e *W. cinerescens* (2 espécies).

Vinte e nove espécies de Halictidae (260 indivíduos) foram coletadas, visitando 16 espécies de plantas (Tabela 1), pertencentes a 11 famílias botânicas. As famílias botânicas mais importantes, em termos de número de visitantes, foram Malvaceae (38%), Humiriaceae (19%), Sapindaceae (9%) e Chrysobalanaceae (8%). A importância das duas primeiras famílias foi observada nas atividades de forrageamento de *Pseudaugochlora pandora* (Smith), que embora tenha visitado dez espécies de plantas, concentrou suas visitas em flores de *W. cinerescens* e *H. balsamifera* (50% e 22% dos indivíduos em cada planta respectivamente).

Cinco espécies de abelhas eussociais, da família Apidae, foram coletadas nesse estudo visitando 14 espécies de plantas. Abelhas *Bombus* sp. foi a mais abundante, presente em oito das 14 espécies de plantas. *Frieseomelitta doederleini* (Friese) foi a espécie que visitou o maior número de espécies de plantas (5 spp), e *Partamona* sp1 concentrou suas visitas nas flores de *Acosmium bijugum* (Tabela 1).

A amplitude do nicho trófico das 16 espécies de abelhas mais abundantes nas flores ($n > 12$), variou de 2,11 a 0,79. *Centris decolorata* apresentou o nicho trófico mais amplo ($H' = 2,11$), seguida de *Euglossa cordata* (Linnaeus) ($H' = 1,95$), *C. flavifrons* ($H' = 1,91$), *X. cearensis* ($H' = 1,84$), *C. caxienseis* ($H' = 1,76$) e *X. subcyanea* ($H' = 1,70$). Os valores obtidos para os índices de uniformidade (J') variaram entre 0,95 (*X. subcyanea*) e 0,41 (*C. aenea*) (Tabela 3).

Centris decolorata visitou 11 espécies de plantas, todavia nenhuma foi intensivamente visitada, o que refletiu na alta uniformidade ($J' = 0,88$) das visitas desta espécie de abelha. *Euglossa cordata* e *C. flavifrons* obtiveram o segundo e terceiro maiores valores de amplitude de nicho trófico (H'). Ambas apresentaram alta uniformidade no uso dos recursos tróficos, e visitaram oito e nove espécies de

plantas respectivamente. *Xylocopa cearenses* foi a espécie de abelha mais abundante na comunidade, visitou o maior número de espécies de plantas (23 espécies), apresentou o quarto maior valor de amplitude de nicho trófico, e concentrou o forrageamento em apenas três plantas *Chrysobalanus icaco* (42% dos indivíduos), *Cuphea brachiata* (19% dos indivíduos) e *Waltheria cinerescens* (14% dos indivíduos), resultando em um índice de uniformidade moderado ($J'=0,59$). Dentre as espécies de abelhas com nicho mais estreito ($H'=0,79$) estão *Centris tarsata* Smith e *C. aenea* que concentraram o forrageio respectivamente em espécies de Malpighiaceae (*B. microphylla* e *B. sericea*) e *C. ramosa*. *Pseudaugochlora pandora* foi a terceira espécie de abelha mais abundante da comunidade estudada, apresentando um valor intermediário ($H'=1,58$) para a amplitude do nicho trófico. *Walteria cinerescens* e *H. balsamifera* foram as plantas mais visitadas. *Bombus* sp também apresentou amplitude de nicho trófico intermediária ($H'=1,34$), concentrando suas visitas nas flores de *C. ramosa* e *C. brachiata*.

A sobreposição do nicho trófico entre cada par de espécies foi analisada em 128 combinações de pares possíveis, formadas pelas 17 espécies de abelhas listadas na Tabela 4. Os valores de sobreposição do nicho trófico entre pares de espécies de abelhas variaram de zero a 0,87 (Tabela 6). Sendo o maior valor de sobreposição (0,87) encontrado entre *C. spilopoda* e *C. caxienses*, várias plantas foram compartilhadas (5 espécies) por estas espécies de abelha, porém, *B. microphylla* foi a espécie que recebeu o maior número de visitas (Tabela 5). *Byrsonima microphylla* foi bastante visitada tanto por *C. spilopoda* quanto para *C. aenea*, que foram consideradas o segundo par de abelhas com o maior valor de sobreposição do nicho trófico (0,70).

Os valores baixos de sobreposição do nicho trófico ($< 0,3$) foram observadas em 66 dos 128 pares de espécies de abelhas analisadas, seguido 39 pares de abelhas com valores de sobreposição moderada (0,3 a 0,5), e 23 pares com sobreposição relativamente alta (51% a 87%). A não-detecção de sobreposição de nicho trófico, representada pelo valor zero, foi obtida em 13 pares de abelhas estudadas utilizando-se o índice de Schoener. *Dialictus* sp 2 foi a espécie de abelha que compartilhou poucas espécies de plantas, sendo que o maior valor de sobreposição ($NOih = 0,49$) foi obtido no compartilhamento trófico com X.

subcyanea. Os valores de sobreposição encontrados para os pareamentos envolvendo *X. subcyanea* variaram entre 0,49 a 0,57, e o seu nicho trófico foi compartilhado com todas as espécies de abelhas analisadas nesse estudo.

O principal recurso produzido pelas plantas foi o néctar (61% das plantas visitadas pelas abelhas), seguido de pólen (27%) e óleo (12%). O óleo foi o recurso primário ofertado pelas flores das espécies da família Malpighiaceae e Krameriaceae. *Waltheria cinerescens*, *C. brachiata*, *H. balsamifera* e *Chrysobalanus icaco* são fontes de néctar e foram as espécies com maior representatividade tanto com relação à abundância quanto à diversidade das abelhas.

DISCUSSÃO

A RPPN Dunas de Santo Antônio possui uma apifauna composta de espécies de ampla distribuição geográfica, algumas comumente encontradas nos ecossistemas costeiros, como *C. decolorata* (Silva *et al* 2015). Dentre as quatro famílias encontradas, Apidae foi a que apresentou maior riqueza e abundância. A predominância destas abelhas em ambientes de restinga e dunas litorâneas foi observada em outros estudos realizados em ecossistemas costeiros do Nordeste brasileiro como no Maranhão (Gottsberger *et al* 1988, Albuquerque *et al* 2007, Oliveira *et al* 2010), na Paraíba (Madeira-da-Silva & Martins 1999, Madeira-da-Silva & Martins 2003) e na Bahia (Viana 1999; Costa & Ramalho 2001; Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004; Silva *et al* 2015).

Segundo Gottsberger *et al* (1988) e Viana & Kleinert (2005) o vento e a intensidade luminosa podem ser variáveis ambientais que limitam o número de espécies de abelhas das dunas e restingas, favorecendo a permanência de espécies de grande porte, capazes de forragear sob essas condições abióticas adversas. Estas abelhas, geralmente pertencem à família Apidae (Viana 1999, Madeira-da-Silva 2004), sendo especialmente da tribo Centridini (Costa & Ramalho 2006, Gimenes & Lobão 2006) e da tribo Xylocopini (Viana & Kleinert 2006; Figueiredo *et al* 2013). Nas dunas estudadas foi observada uma elevada abundância e diversidade das abelhas, destacando-se os gêneros *Centris* e *Xylocopa* com respectivamente 14 e 5 espécies, e representando 31% e 41% do total dos indivíduos coletados. A predominância desses gêneros tem sido observada em

várias áreas de dunas e restingas do Nordeste do Brasil (Madeira-da-Silva & Martins 2003, Viana *et al* 2002, Viana & Kleinert 2005, Albuquerque *et al* 2007).

Xylocopa cearensis e *C. decolorata* são espécies abundantes, dominantes, constantes (presentes em 13 dos 14 meses investigados), além disso visitaram o maior número de espécies de plantas nas Dunas de Santo Antônio. *Centris decolorata* é uma espécie bastante comum em ambientes de dunas e restingas da costa do Nordeste do Brasil, tendo registros na vegetação costeira do Maranhão (Gottsberger *et al* 1988, Albuquerque 1998), Paraíba (Silva & Martins 1999, Madeira-da-Silva & Martins 2003) e Bahia (Ramalho & Silva 2002, Viana & Kleinert 2006, Oliveira-Rebouças & Gimenes 2004, Gimenes & Lobão 2006), ocorrendo também em fragmentos de Mata Atlântica em Pernambuco (Teixeira & Machado 2000). *Centris decolorata* é considerada, por alguns autores, como uma espécie exclusiva de ambientes costeiros (Silva *et al* 2015), sendo capaz de estabelecer seus ninhos em substrato arenoso (Gottsberger *et al* 1988, Madeira-da-Silva 2004). *Xylocopa cearensis* é comumente encontrada em outras áreas costeiras (Viana & Kleinert 2005; Oliveira *et al* 2010, Figueiredo *et al* 2013), e em outras fitofisionomias como Caatinga (Aguiar 2003). *Xylocopa cearensis* nidifica facilmente em ambientes de dunas usando galhos de *Agaristha revoluta* (Ericaceae) como substratos para seus ninhos (Viana *et al* 2002).

Halictidae foi a segunda família de abelhas mais representativa nesse estudo. Em outras localidades costeiras no Nordeste do Brasil essa família foi considerada menos representativa em número de espécies (Viana & Kleinert 2005, Madeira-da-Silva & Martins 2003; Albuquerque *et al* 2007, Oliveira *et al* 2010, Silva *et al* 2015). Já em ecossistemas costeiros ao sul do Brasil o número de espécies dessa família é maior que os valores encontrados para o Nordeste, sendo uma das famílias mais diversas da costa do Paraná (Zanella *et al* 1998) e Rio Grande do Sul (Alves-dos-Santos 1999).

Pseudoaugochlora pandora foi a terceira espécie em ordem de dominância e esteve em atividade na maior parte do ano nas Dunas de Santo Antônio. Há muitos registros dessa espécie em outras áreas da planície costeira (Albuquerque *et al* 2007, Viana & Kleinert 2005, Madeira-da-Silva 2004, Silva *et al* 2015). O sucesso dessa espécie na ocupação destes ambientes pode estar relacionado com a estratégia de voar baixo enquanto forrageia, o que parece minimizar a ação dos

ventos fortes sobre o corpo leve e pequeno dessas abelhas (Oliveira *et al* 2010), possibilitando a sua permanência nesses ambientes.

O número total de espécies de abelhas amostradas para as Dunas de Santo Antônio foi elevado (73 espécies) quando comparados aos valores apresentados por Silva *et al* (2015) em uma síntese que disponibilizou informações de quatro comunidades de abelhas de áreas costeiras do Nordeste do Brasil, onde foram apresentadas variações na riqueza entre as localidades (entre 36 a 80 espécies). Viana & Alves-dos-Santos (2006) analisaram a composição de três comunidades de abelhas de dunas costeiras no Nordeste e encontraram 36 espécies na Paraíba, 42 no Maranhão e 49 na Bahia. De acordo com Silva *et al* (2015), a baixa diversidade encontrada nas comunidades de abelhas de restinga e dunas em relação aos biomas interiores de matas e florestas na planície costeira, provavelmente é uma resposta ao gradiente ambiental, podendo estar relacionada à menor oferta de recursos (néctar, pólen e óleo floral) por unidade de área do ambiente (Rosa & Ramalho 2011).

O fato da curva de acumulação não ter se estabilizado indica que possivelmente ainda existam espécies que não foram registradas na área de estudo, sugerindo que a comunidade estudada tenha uma diversidade maior que a observada. Baseados nos valores obtidos pelos estimadores de riqueza, pode-se sugerir que entre 73% e 85% da fauna de abelhas presente no local de estudo foi efetivamente amostrada, embora as curvas desses estimadores não tenham se estabilizado totalmente.

O grande número de indivíduos coletadas em flores nos trimestres menos chuvosos na RDS e a correlação negativa entre a precipitação pluviométrica e o número de indivíduos, provavelmente pode ter interferido no padrão sazonal de visitas das abelhas nas flores. Corroborando com os dados encontrados por Viana (1999), nas dunas do Abaeté, onde o período de maior atividade das abelhas foi relacionado ao período com os menores índices pluviométricos e de maior oferta de recursos florais.

O valor do índice de diversidade (H') encontrado para a comunidade de abelhas das Dunas de Santo Antonio foi mais elevado que valores encontrados em outras áreas de dunas na Bahia ($H'= 1,49$) (Viana & Kleinert, 2005), no Maranhão ($H'=1,76$) (Albuquerque 1998) e em uma área de restingas na Paraíba ($H'=2,03$)

(Madeira-da-Silva & Martins 2003). Porém, a diversidade nas Dunas de Santo Antonio foi menor que o valor encontrado na restinga arbustiva-arbórea na Bahia ($H'=2,96$) (Silva *et al* 2015). Provavelmente, os menores valores de diversidade de abelhas estejam mais relacionados aos ambientes mais abertos, como dunas e restingas, que as matas de restinga, onde esses valores são maiores, e podem estar relacionadas a maior riqueza e oferta de recursos tróficos, além de um maior número sítios de nidificação para grupos específicos de abelhas, como as eussociais.

Silva *et al* (2015) propuseram que o gradiente de diversidade de Apoidea, pode ser uma resposta ao gradiente ambiental, onde a diversidade de abelhas decresce da vegetação arbórea em direção a vegetação mais aberta e solo progressivamente mais arenoso e menos úmido. Provavelmente, a hipótese de que os habitats de restinga arbórea tenham melhor qualidade em recursos e que podem funcionar como áreas fontes para populações de habitats adjacentes às dunas (Ramalho & Silva 2002, Rosa & Ramalho 2011), poderia justificar o estabelecimento de um padrão estrutural das comunidades de Apoidea nos ambientes da planície costeira tropical.

A riqueza de espécies de plantas fornecedoras dos recursos tróficos nas Dunas de Santo Antônio (41 espécies) pode ser considerada: pequena em termos de fontes de recursos florais, quando comparado a outras áreas em ambientes costeiros como as dunas do Abaeté (BA) (66 espécies) (Viana & Kleinert 2005); semelhante ao número de fontes florais encontradas na APA Rio Mamanguape (PB) (42 espécies) (Madeira-da-Silva 2004); e superior as fontes tróficas das dunas de São Marcos (MA) (33 espécies) (Albuquerque *et al* 2007). Essas variações no número de espécies de planta da flora apícola nos quatro estudos supracitado podem estar relacionadas a fatores ligados ao tamanho e grau de preservação da área amostrada, tempo e período de amostragem das abelhas.

Dentre as 41 espécies de plantas visitadas, nove espécies foram visitadas por mais de 30 abelhas nesse estudo. *Cuphea brachiata*, *Humiria balsamifera*, *Walteria cinerescens*, *Chamaecrista ramosa*, *Byrsonima microphylla*, *B. sericea* e *Chrysobalanus icaco* foram as espécies de plantas mais representativas, devido ao grande número tanto de visitas de abelhas para coleta de recursos florais (néctar, pólen e óleo) quanto diversidade de espécie de abelhas ($n>10$). Outros estudos desenvolvidos na costa do Nordeste do Brasil destacam alguns desses gêneros e

espécies de plantas como principais fontes tróficas para as abelhas de dunas e restingas (Silva & Martins 1998, Costa & Ramalho 2001, Viana *et al* 2006, Gimenes *et al* 2007, Figueiredo *et al* 2013).

Chrysobalanus icaco e *Waltheria cinerescens* foram coletados o maior número de espécies abelhas, sendo uma das principais fontes de néctar. Outra importante fornecedora de néctar para as abelhas de dunas e restingas são as plantas do gênero *Cuphea*, que nas Dunas de Santo Antônio é representada por *C. brachiata*, assim como nas dunas do Abaeté (Viana *et al* 2006), enquanto em Cabedelo (PB) esse gênero é representado por *Cuphea flava* (Silva & Martins 1998). Muitas espécies de abelhas são compartilhadas pelas três espécies de plantas supracitadas, essas plantas apresentam alta densidade e florada abundante, e isso pode auxiliar na manutenção das populações de abelhas nesses ambientes, garantindo a polinização de outras espécies vegetais.

Dentre as abelhas capturadas durante visita em flor, 11 abelhas foram consideradas dominantes. *Xylocopa cearensis*, *Centris decolorata* e *Pseudaugochlora pandora* foram espécies mais abundantes, consideradas generalista no uso dos recursos.

Xylocopa cearensis foi a abelha que visitou o maior número de plantas e esteve presente em todo período desse estudo. Foi também o visitante floral mais frequente nas dunas da praia de S. Marcos (Maranhão), sendo considerada nesse estudo, uma abelha generalista (Gottsberger *et al* 1988, Albuquerque *et al* 2007). Figueiredo *et al* (2013) analisando o uso dos recursos tróficos por abelhas do gênero *Xylocopa* em dunas costeiras na Bahia observaram que *X. cearensis* e *X. subcyanea* apresentaram comportamento generalista, concentrando suas coletas em poucas espécies de plantas (*Cuphea brachiata*, *Croton sellowii* e *Chamaecrista ramosa*). Essas espécies de abelhas apresentaram um nicho mais estreito ($H'=1,37$ e $1,24$ respectivamente) nas dunas de Baixo (BA) quando comparados aos valores de nicho trófico encontrados para as Dunas de Santo Antônio ($H'=1,84$ e $1,70$ respectivamente). No Maranhão, *X. cearensis* apresentou o nicho trófico mais amplo ($H'=2,01$) dentre as espécies de abelhas estudadas, embora o índice de uniformidade tenha sido baixo ($J'=0.69$).

Centris decolorata foi a espécie com maior amplitude de nicho trófico ($H'=2,11$) e um dos mais elevados valor de uniformidade ($J'=0,88$) dentre as abelhas

presente nesse estudo. Para uma área de dunas costeiras no Maranhão, foram encontrados valores mais baixos desses índices ($H'=1,08$ e $J'=0,70$). Em Cabedelo (PB) através da análise do nicho trófico de *C. decolorata* foi constatada uma tendência mais especialista. *Centris decolorata* apresentou alto grau de fidelidade, as flores de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Ribeiro *et al* 2008). Logo, *C. decolorata* pode ser considerada como importante polinizador de algumas espécies de plantas de ambientes costeiros, como por exemplo *B. chrysophylla*, ou até mesmo polinizador potencial de um grande número de espécies de plantas desses ambientes.

A análise de sobreposição do nicho trófico mostrou que a maioria dos pares de espécies analisadas apresentaram sobreposição de nicho trófico baixa a moderada. Um pequeno número de pares de espécies apresentou sobreposição acima de 0,50, semelhante ao cenário apresentado em estudos realizados na Caatinga (Santos *et al* 2013, Aguiar *et al* 2013, Aguiar & Santos 2007, Aguiar *et al* 2003, Aguiar 2003). Logo a maior parte das espécies de abelhas analisadas em estudos, tanto em ambiente costeiro como na Caatinga, provavelmente compartilham poucas fontes de recursos tróficos.

Observa-se que 14 espécies apresentavam sobreposição acima de 0,65, desses somente uma espécie de abelha envolvida nesses agrupamentos não pertencia ao gênero *Centris*. Na tribo Centridini, *Centris* é o principal gênero (Silveira *et al* 2002), onde todas as espécies pertencem a guilda das abelhas coletoras de óleos florais (Alves-dos-Santos *et al* 2007). As abelhas do gênero *Centris*, fazem parte da categoria morfofuncional, Centridini, proposta por Viana & Kleinert (2005), que engloba espécies de abelhas coletoras de néctar, óleos, coletoras de pólen por vibração, apresentando tamanho do corpo médio robusto com pilosidade densa. Provavelmente, essas semelhanças sejam responsáveis pela alta sobreposição de nicho trófico das espécies de *Centris* encontradas nesse estudo.

O compartilhamento de fontes de óleos florais, que se concentraram nas flores de *Byrsonima microphylla*, *B. sericea* e *Stigmaphyllon paralias*, assim como para as flores *Chamaecrista ramosa* uma fonte de pólen, e em *Cuphea brachiata* importante fonte de néctar, pode também ter contribuído com a alta sobreposição entre pares de espécies de abelhas do gênero *Centris* nas Dunas de Santo Antônio. Estudo prévios sobre as interações abelhas-flores em restingas sinalizaram a coesa

relação entre espécies de *Centris* e flores de *B. sericea* (Rosa & Ramalho 2011; Gimenes *et al* 2007, Ramalho & Silva 2002). No entanto, Simpson & Neff (1981) afirmam que as interações entre abelhas coletoras de óleos e flores de óleo não seriam espécie-específicas. Além disso, alguns estudos observaram que várias espécies de Centridini visitam simultaneamente flores de Malpighiaceae, *Angelonia* e *Krameria* para a coleta desse recurso (Aguiar *et al* 2003, Gaglianone 2003).

Dentre as espécies de abelhas, analisadas com relação à utilização dos recursos tróficos nesse estudo, destaca-se *X. subcyanea*. Provavelmente, os valores relativamente, altos para o índice de sobreposição das fontes alimentares de *X. subcyanea* com as demais espécies de abelhas tenham sido influenciados principalmente pela elevada uniformidade ($J' = 0,95$) no uso dos recursos tróficos. Em outros estudos na Restinga, *X. subcyanea* foi uma abelha, considerada generalista em Arembepé (BA) (Gimenes *et al* 2007), assim como muitas espécies do gênero *Xylocopa* (Gerling *et al* 1989). *Xylocopa subcyanea* é uma espécie de abelha encontrada frequentemente em ambientes costeiros, que estabelece interações importantes tanto com as plantas, como com as outras espécies de abelhas. O fato de *X. subcyanea* utilizar diversas fontes de recursos tróficos de forma uniforme, pode sinalizar o seu comportamento generalista, sendo considerada visitante floral importante e um provável polinizador potencial das plantas nesse ambiente.

A amplitude e sobreposição do nicho trófico são parâmetros que determinam a estrutura das comunidades (Giller 1984). Sendo assim, a comunidade de abelhas da RSD se caracteriza por uma baixa diversidade, poucas espécies dominantes, generalistas, e estão ativas durante todo ano. O uso dos recursos tróficos se concentra nas espécies vegetais dominantes, e que embora compartilhadas por muitas espécies de abelhas, não foi observado altos valores de sobreposição de nicho trófico. Alguns fatores podem estar atuando, tais como a preferência de algumas abelhas por plantas específicas, sazonalidade nas atividades das abelhas, disponibilidade de recursos específicos, como por exemplo, óleos florais utilizados pelas fêmeas de espécies de abelhas da tribo Centridini no período de construção de seus ninhos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar CML (2003) Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 457–467.
- Aguiar CML, Santos GMM (2007) Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. *Neotropical Entomology* 36:836-842
- Aguiar CML, Zanella FCV, Martins CF, Carvalho CAL. (2003) Plantas visitadas por *Centris* spp (Hymenoptera, Apidae, Centridini) para obtenção de recursos florais na caatinga. *Neotropical Entomology* 32:247-259
- Aguiar CML, Santos GMM, Martins, CF, Presley, SJ (2013) Trophic niche breadth and niche overlap in a guild of flower-visiting bees in a Brazilian dry forest. *Apidologie (Celle)* 44:153-162
- Albuquerque P (1998) Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento em um ecossistema de dunas, na ilha do Maranhão, Maranhão, Brasil: composição, fenologia e interações. PhD. Thesis, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, p 210
- Albuquerque PMC, Camargo JMF, Mendonça JAC (2007) Bee Community of a Beach Dune Ecosystem on Maranhão Island, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50:1005 -1018
- Alves-dos-Santos I (1999) Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43:191-223
- Alve-dos-Santos I, Machado IC, Gaglianone MC (2007) História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecol. Bras.* 11:544-557
- APG II (Angiosperm Phylogeny Group II) (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II - The angiosperm phylogeny group. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436. doi:10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x

- Araújo DSD, Henriques RP (1984) Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda LD (coord.) Restinga: origem, estrutura e processos. Comissão Editorial da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, pp.159-193
- Carvalho DM, Aguiar CML, Santos GMM (2013) Food Niche Overlap Among Neotropical Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) in an Agricultural System. *Sociobiology* 60: 283-288
- Cogliatti-Carvalho L, Freitas AFN, Rocha FD, Van Sluys M (2001) Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restingas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Rev. Bras. Bot.* 24:1–12.
- Colwell RK, Coddington JA (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345: 101-118. doi: 10.1098/rstb.1994.0091
- Colwell RK (2013) EstimateS (version 9.1.0) - Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Available at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Accessed on: 22/08/2014
- Costa JAS, Ramalho M (2001) Ecologia da polinização em duna tropical. *Sitientibus. Revista da Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil*, 01:141-153
- Costa CBN, Costa JAS, Ramalho M (2006) Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29:103-114
- Figueiredo N, Gimenes M, Miranda MD, Oliveira-Rebouças P. (2013) *Xylocopa* Bees in Tropical Coastal Sand Dunes: Use of Resources and Their Floral Syndromes. *Neotrop Entomol* 42:252-257. doi: 10.1007/s13744-013-0121-9
- Franco EL, Aguiar CML, Ferreira VS, Oliveira-Rebouças PL (2009) Plant Use and Niche Overlap Between the Introduced Honey bee (*Apis mellifera*) and the Native Bumblebee (*Bombus atratus*). *Sociobiology* 53:141-150
- Freire, MSB. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal, *Acta Botanica Brasilica* 4: 41-59
- Gaglianone MC (2005) Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. *Studies on Neotropical Fauna and Environment, Tübingen* 40:191-200.

- Gerling D, Velthuis WHD, Hefetz A (1989) Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. *Annu Rev Entomol* 4:163–190
- Giller PS (1984) *Community structure and niche*. Chapman and Hall, London. doi:10.1007/978-94-009-5558-5
- Gimenes M, Lobão C (2006) A Polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por Abelhas (Apidae) na Restinga, BA. *Neotropical Entomology* 35:440-445
- Gimenes M, Oliveira-Rebouças PL, Almeida GF (2007) Estudo das interações entre abelhas e flores em um ecossistema de restinga na Bahia. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas* 7:347-353
- Gonçalves RB, Melo GAR (2005) A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. *Revista Brasileira de Entomologia* 49:557–571
- Gottsberger G, Camargo JMF, Silberbauer-Gottsberger I (1998) A bee pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 109:469- 500
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and analysis. *Paleontologia Electronica* 4: 9
- Hortal, J., P.A.V. Borges e C. Gaspar. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: Sensitivity to sample grain size. *J. Anim. Ecol.* 75: 274-287.
- Huchiston GE (1957) Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology* 52:415-427
- Kato MMT, Yamashita Z (1952) Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. *The Sciences Reports of the Tohoku University, 4th Series (Biology)* 19: 291-301
- Lacerda LD, Esteves FA (2000) Restingas brasileiras: quinze anos de estudos; p. III-VI In Esteves FA, In: Lacerda L D (ed.). *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, p 446
- Laroca S (1974). *Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e Primeiro Planalto Paranaense*. M.Sc. Thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil,
- Ludwig J.A. e J.F. Reynolds 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. John Wiley e Sons, New York, p 339

- Madeira-da-Silva MC (2004) Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em habitat de Restinga na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil: abundância, diversidade, sazonalidade e interações com as plantas. PhD Thesis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p 147
- Madeira-da-Silva MC, Martins CF (2003) Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: abundância, diversidade e sazonalidade. *Revista Nordestina de Biologia* 17: 75-90
- Madeira-da-Silva MC, Martins CF (1999) Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em uma área de Restinga (Praia de Interlagos, Cabedelo-PB, Brasil). *Principia* 7:40-51
- Magurran AE (2011) Medindo a diversidade biológica. Translation Vianna DM, UFPR Publisher, p 261
- Martins CF (1995) Flora Apícola e Nichos Tróficos de Abelhas (Hym., Apoidea) Na Chapada Diamantina (Lençóis, BA, Brasil). *Revista Nordestina de Biologia* 10:119-140
- McArthur R (1972) *Geographical Ecology*. Harper and Row, p 269
- Menezes CM (2007) A vegetação de restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da evolução quaternária da zona costeira: estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de São João, Bahia. M.Sc. Thesis, Universidade Federal da Bahia, p 96
- Oliveira FS, Mendonça MWA, Vidigal MCS, Rêgo MMC, Albuquerque PMC (2010) Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. *Rev. Bras. Entomol*, 54: 82-90
- Oliveira-Rebouças PLO, Gimenes M (2004) Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. *Neotrop. Entomol.* 33: 315-320
- Oliveira- Rebouças P, Gimenes M (2011) Potential pollinators of *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) and *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin and Barneby var. *ramosa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), in restinga, Bahia, Brazil. *Braz. J. Biol.* 71: 343-351
- Pereira OJ, Araujo DSD (2000) Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: Esteves FA, Lacerda LD (eds.). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé. pp 25-63.

- Pigozzo, CM, Viana BF, Silva FO (2006) A interação entre *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae) e seus visitantes nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. *Lundiana* 7:47-53
- Pinheiro MCB, Ormond WT, Leite CO, Lima HA (1988), Ecologia da Polinização de *Chamaecrista ramosa* (Vog.) Irwin e Barn. var. *ramosa*. *Rev. Brasil. Biol.* 48:665-672
- Price P (1984) Alternative paradigms in community ecology In: Price WP, Slobodchikoff CN, Graud WS (eds) *A new ecology: novel approaches to interactive systems*. New York, Willwy-Interscience, pp354-483
- Queiroz EP (2007) Levantamento florístico e georreferenciamento das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. *Biotemas* 20:41–47
- Queiroz EP, Cardoso DBOS, Ferreira MHSF (2012) Composição florística da vegetação de restinga da APA Rio Capivara, Litoral Norte da Bahia, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 12:119–141
- Ramalho M, Rosa JF (2010) Ecological interaction between the tiny keel flowers of *Stylosanthes viscosa* Sw. (Faboideae) and the large bee *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* Ducke, 1910 (Apoidea, Hymenoptera), in tropical sand dune. *Biota Neotrop.* 10: 93-98
- Ramalho M, Silva M (2002) Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. *Sitientibus* 2:130-138
- Rêgo MMC (1998) Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Chapadinha-MA, Brasil): uma abordagem biocenótica. PhD. Thesis, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil, p181
- Ribeiro EKMD, Rêgo MMC, Machado ICS (2008) Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Botanica Brasilica* 22:165-171
- Rocha CFD (2000) Biogeografia de Répteis de Restingas: Distribuição, ocorrência e endemismos. In: Esteves FA, Lacerta LD (eds) *Ecologia de Restingas e Lagoas costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé, pp 99-116
- Rodarte ATA, Silva FO, Viana BF (2008) A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:301-312

- Rosa JF; Ramalho M (2011) The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. *Apidologie* 42:669-678
- Sakagami SF, Laroça S, Moure JS (1967) Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil Preliminary report. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Zoology* 16: 253–291.
- Sakagami SF, Matasumura T (1967) Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees in Sapporo, north Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Japanese Journal of Ecology* 6:237-250
- Santos GM, Carvalho CAL, Aguiar CML, Macêdo LSSR, Mello MAR (2013) Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. *Apidologie* 44:64-74
- Scarano FR (2002) Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90:517-524.
- Schoener TW (1968) The Anolis lizard of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49:704-726
- SEI (1999) Anuário Estatístico da Bahia. Salvador, pp57-58
- Shannon CE (1948) The mathematical theory of communication. In: Shannon CE, Weaver W (eds.) *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbana, pp 3-91.
- Silva M, Ramalho M, Aguiar CML, Silva MD (2015) Apifauna (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga arbórea-mata atlântica na costa atlântica do Nordeste do Brasil. *Magistra* 27:110–121
- Silva FO, Viana BF, Pigozzo CM (2007) Floração, produção de néctar e abelhas visitantes de *Eriope blanchetii* (Lamiaceae) em dunas costeiras, Nordeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 97:87-95
- Silva M (2003) Relação abelha-flor em comunidade de restinga tropical: sistemas polinizadores de flores melitófilas especializadas. M.Sc. Thesis, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, p150
- Silveira FA, Campos MJO (1995). A melissofauna do Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Rev. Bras. Entomol.* 39:371-401

- Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB (2002) Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Fernando A. Silveira, Belo Horizonte, p253
- Silveira-Neto S, Nakano O, Barbin D, Nova NAV (1976) Manual de ecologia dos insetos. Agronômica Ceres, São Paulo, p419
- Simpson BB, Neff JL (1981) Floral rewards: Alternatives to pollen and nectar. Ann. Missouri Bot. Gard. 68:301-322.
- Teixeira LAG, Machado IC (2000) Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). Acta Botanica Brasilica 14:347-357
- Townsend CR, Begon M, Harper JP (2006) Fundamentos em Ecologia. Editora ARTMED, Porto Alegre, 2th. edition, p592
- Viana BF, Alves-dos-Santos I (2006) Bee Diversity of the Coastal Sand Dunes of Brazil. In: Kevan P, Imperatriz Fonseca VL (eds) Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature, Ministry of Environment, Brasilia, pp 135–153
- Viana BF, Kleinert AMP (2005) A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brasil. Biota Neotropica, <http://www.biotaneotropica.org.br>
- Viana BF, Kleinert AMP (2006) Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 50:53–63.
- Viana BF (1999) Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações. PhD. Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, p171
- Viana BF, Kleinert AMP, Silva FO (2002) Ecologia de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. Iheringia, Série Zoologia 92:47–57
- Viana BF, Silva FO, Kleinert AMP (2006) A Flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. Revista Brasileira de Botânica 29:13–25
- Viana BF, Silva FO, Kleinert AMP (2001) Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. Neotropical Entomology 30:245-251
- Wilms W, Imperatriz-Fonseca VL, Engels W (1996) Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced africanized honey bee

on native stingless bees in the brazilian Atlantic Rainforest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31:137-151

Zanella FCV, Schwartz Filho DL, Laroça S (1998) Tropical Bee Island Biogeography: Diversity and Abundance Patterns. *Biogeographica* 74:103-115

Zanella FCV (1991) Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, planície litorânea paranaense, sul do Brasil. M.Sc. Thesis, UFPR, Curitiba, Brasil, p88

Tabela 1. Espécies de abelhas e plantas visitadas na RPPN Dunas do Santo Antônio, BA, entre maio de 2005 a setembro de 2006.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
Andrenidae		
Calliopsini		
<i>Callonychium brasiliense</i> (Ducke)	Melastomataceae	<i>Marcetia taxifolia</i> (1)
Oxaenini		
<i>Oxaea flavescens</i> Klug	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)
Protandrenini		
<i>Parapsaenythia</i> sp1	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (2)
Apidae		
Bombini		
<i>Bombus</i> sp1	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> (2)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>C. ramosa</i> (18)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (31)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> (8)
	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (1)
	Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (1)
	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta elatior</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Indeterminada	Indeterminado sp1(1)
Centridini		
<i>Centris aenea</i> Lepeletier	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>C. ramosa</i> (2)
	Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> (1)
	Lytraceae	<i>C. brachiata</i> (3)
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (13), <i>B. sericea</i> (9), <i>Stigmaphyllon paralias</i> (2),
	Melastomataceae	<i>C. ovalifolia</i> (2)
<i>Centris analis</i> (Fabricius)	Malpighiaceae	<i>B. microphylla</i> (1)
<i>Centris caxiensis</i> Ducke	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Malvaceae	<i>W. cinerescens</i> (6)
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (25), <i>B. sericea</i> (4), <i>Stigmaphyllon paralias</i> (1),
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (1)
	Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> BB Simpson (2)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
<i>Centris flavifrons</i> Fabricius	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L. (2)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (3)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (1)
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (7), <i>Stigmaphyllon paralias</i> (3), <i>Byrsonima sericea</i> (9)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (8)
<i>Centris decolorata</i> Lepageletier	Clusiaceae	<i>Clusia nemurosa</i> G. Mey (1)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (2)
	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (2)
	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (9)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (22) <i>Byrsonima microphylla</i> (26), <i>B. sericea</i> (24),
	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon paralias</i> (9),
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>C. ramosa</i> (89)
	Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> (24)
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> (20)	

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas		
	Família	Espécie	
<i>Centris nitens</i> Lepelletier	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (17)	
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (47)	
	Mimosaceae	<i>Inga captata</i> Desv.(1)	
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (1)	
	Viana	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (1)
		Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss. (1)
		Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (4)
		Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> BB Simpson (6)
		Sapotaceae	<i>Manikara cf. salzmanii</i> DC (1)
		Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
<i>Centris sp1</i>	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (5)	
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> (1),	
<i>Centris sp2</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss. (4)	
<i>Centris pilopoda</i> Moure	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (3)	
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (12), <i>Byrsonima sericea</i> (2)	
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)	
	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L. (1)	

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (4)
<i>Centris sponsa</i> Smith	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (12), <i>Stigmaphyllon paralias</i> (3), <i>Byrsonima sericea</i> (3)
	Leguminosaea	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell) Tanb. (1)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista cytisoides</i> (1)
<i>Centris tarsata</i> Smith	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (12)
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> (1), <i>Byrsonima microphylla</i> (1)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (3)
		<i>Byrsonima microphylla</i> (1), <i>Byrsonima sericea</i> (2)
<i>Centris trigonoides</i> Lepeletier	Malpighiaceae	(2)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (4)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (2)
<i>Centris xanthomelaena</i> Moure e Castro	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)
<i>Ceratinula sp1</i>	Melastomataceae	<i>Marcetia taxifolia</i> (A e STHip) DC (1)
<i>Epicharis bicolor</i> Smith	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> (1), <i>B.sericea</i> (3)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (5)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (3)
Euglossini		
<i>Euglossa</i> sp1	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (2)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (4),
	Fabaceae-Faboideae	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Tanb.(2)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (1)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (1), <i>Cuphea sessilifolia</i> (1)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Centrosema brasilianum</i> (2)
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius)	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (12)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell) Tanb.(2)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (1)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (1)
	Clusiaceae	<i>Clusia nemurosa</i> G. Mey (3)
Eucerini		

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
<i>Florilegus similis</i>	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (1), <i>Cuphea sessilifolia</i> (1)
Ericrocidini		
<i>Mesoplia sp1</i>	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (1)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (2)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (3)
<i>Mesoplia sp2</i>	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (1)
<i>Mesoplia sp3</i>	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (1)
<i>Mesonychium asteria</i> (Smith)	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> (1)
Meliponini		
<i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese)	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (1)
	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum (1)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
	Burseraceae	<i>Protium bahianum</i> Daly (3)
	Clusiacea	<i>Clusia nemurosa</i> G. Mey (1)
<i>Melipona scutellaris</i> Latreille	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
<i>Partamona sp1</i>	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (32)
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese	Polygonaceae	<i>Coccoloba laevis</i> Casar (6)
Xylocopini		
<i>Xylocopa cearensis</i> Ducke	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (48)
	Lorantaceae	<i>Struthanthus polyrrizus</i> (6)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> (84)
	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (5), <i>Borreria verticillata</i> (1)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (41), <i>C. cytisoides</i> (1),
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (7), <i>Tephrosia purpurea</i> (2)
	Sapotaceae	<i>Manikara cf. salzmanii</i> DC (15)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (259)
	Burseraceae	<i>Protium bahianum</i> Daly (2)
	Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> (9)
	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.(3)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (120)
	Orchidaceae	<i>Epidendrum cinnabarium</i> (1)
	Theaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> (1)
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.(5)	

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Clusiaceae	<i>Clusia nemurosa</i> G. Mey (3)
	Euphorbiaceae	<i>Croton sellowii</i> (3)
	Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i> (1)
	Gesneriaceae	<i>Gesneriaceae</i> (1)
	Scrophalariaceae	Indet.(1)
<i>Xylocopa frontalis</i> Olivier	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (4)
	Passifloraceae	<i>Passiflora sp</i> (1)
<i>Xylocopa grisescens</i> Lepeletier	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
<i>Xylocopa subcyanea</i> Pérez	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (2)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(5)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (16)
	Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> BB Simpson (1)
	Lorantaceae	<i>Hyptis sp.</i> (2)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (7)
	Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (15), <i>Cuphea sessilifolia</i> (2)
<i>Xylocopa suspecta</i> Moure e Camargo	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (4)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (3)
Halictidae		
Augochlorini		
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp1	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (3)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(3)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp2 (2)	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (2)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp3	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp4	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
	Rubiaceae	<i>Guettarda platypoda</i> DC.
	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.(1)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp5	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum (1)
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp6	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)
<i>Augochloropsis</i> sp1	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (2)
<i>Augochloropsis</i> sp2	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
<i>Augochloropsis</i> sp3	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss.(1)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (1)
<i>Augochloropsis</i> sp4	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (3)
<i>Augochloropsis</i> sp5	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (2)
<i>Augochloropsis</i> sp6	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.(1)
<i>Augochloropsis</i> sp7	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. (4)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> (1), Malvaceae indet. (2)
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius)	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. (1)
	Rubiaceae	<i>Guettarda platypoda</i> DC.(1)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Centrosema brasilianum</i> (1)
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith)	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (23)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (52), Indet (1)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Centrosema brasilianum</i> (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
<i>Pseudaugochlora sp1</i>	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.(14)
	Mimosaceae	<i>Inga captata</i> Desv. (9)
	Gesneriaceae	<i>Gesneriaceae indet</i> (6)
	Melastomataceae	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC. (1)
	Rubiaceae	<i>Guettarda platypoda</i> DC. (2)
	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (2)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(8)
	Fabaceae-Faboideae	<i>Centrosema brasilianum</i> (1)
<i>Pseudaugochlora sp2</i>	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Fabaceae-Mimosaceae	<i>Inga captata</i> Desv. (1)
<i>Pseudaugochlora sp3</i>	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (1)
<i>Pseudaugochlora sp5</i>	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
<i>Pseudaugochlora sp6</i>	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
<i>Pseudaugochlora sp7</i>	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
	Asteraceae	espécie não identificada(1)
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.(4)
<i>Pseudaugochlora sp8</i>	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.(1)
<i>Pseudaugochlora</i> sp9	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (4)
	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (2)
<i>Pseudaugochlora</i> sp 4	Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista ramosa</i> (5)
	Gesneriaceae	Gesneriaceae indet (17)
	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.(2)
	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil. (21)
Halictini		
<i>Dialictus</i> sp1	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum (4)
	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. (1)
<i>Dialictus</i> sp2	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum (9)
	Melastomataceae	<i>Marcetia taxifolia</i> (A e STHip) DC (1)
	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. (8)
<i>Dialictus</i> sp3	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. (3)
<i>Dialictus</i> sp4	Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. (3)
	Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum (1)
<i>Habralictus</i> (<i>Habralictus</i>) sp1	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)

Tabela 1. Continuação.

Abelhas	Plantas visitadas	
	Família	Espécie
	Convovulaceae	<i>Ipomea pescaprea</i> (2)
Megachilidae		
Anthidiini		
<i>Anthodioctes</i> sp1	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)
<i>Dicrantidium arenarium</i> (Ducke)	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(2)
<i>Dicrantidium lucia</i> Urban	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(4)
<i>Dicrantidium</i> sp1	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
<i>Larocantidium</i> sp 1	Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> BB Simpson (1)
Megachilini		
<i>Megachile</i> sp1	Lorantaceae	<i>Hypitis</i> sp (1)
<i>Coelioxys</i> sp1	Malvaceae	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.(1)
	Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> (1)

Tabela 2. Matriz de correlação linear de Spearman (ρ) para as variáveis bióticas referentes a número de visitas e número de espécies de abelhas e variáveis abióticas (precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima) na RPPN Dunas do Santo Antônio, BA, entre maio/2005 a setembro/2006.

Combinações	P	ρ	Significância
ppt X espécie	-0,41	0,15	NS
ppt X indivíduos	-0,53	0,05	S
Tmax X espécie	0,52	0,06	NS
Tmax X indivíduos	0,64	0,01	S
Tmin X espécie	0,59	0,03	S
T min X indivíduos	0,70	0,005	S

S = Significativo pelo teste t de student

($P < 0,05$) e NS= Não Significativo.

Tabela 3. Amplitude (H') e equitabilidade (J') dos nichos tróficos das abelhas na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

Espécie	Indivíduos	Espécie de plantas visitadas	H'	H max	J'
	(n)				
<i>Xylocopa cearensis</i>	619	23	1,84	3,14	0,59
<i>Centris decolorata</i>	288	11	2,11	2,40	0,88
<i>Pseudaugochlora pandora</i>	111	10	1,58	2,30	0,68
<i>Bombus</i> sp1	63	8	1,34	2,08	0,65
<i>Xylocopa subcyanea</i>	50	6	1,70	1,79	0,95
<i>Centris caxienseis</i>	49	12	1,76	2,48	0,71
<i>Pseudaugochlora</i> sp10	45	4	1,11	1,39	0,80
<i>Centris flavifrons</i>	35	9	1,91	2,20	0,87
<i>Centris aenea</i>	32	7	0,79	1,95	0,41
<i>Centris spilopoda</i>	23	6	1,03	1,79	0,57
<i>Centris sponsa</i>	20	5	1,18	1,61	0,73
<i>Centris pulchra</i>	19	7	1,66	1,95	0,85
<i>Dialictus</i> sp2	19	4	1,03	1,39	0,74
<i>Eulaema nigrita</i>	19	5	1,13	1,61	0,70
<i>Centris tarsata</i>	17	4	0,89	1,39	0,64
<i>Euglossa cordata</i>	14	8	1,95	2,08	0,94
<i>Epicharis bicolor</i>	13	5	1,44	1,61	0,89

Tabela 4. Número de espécies de abelhas por mês, coletadas na RPPN Dunas de Santo Antônio, município de Mata de São João, Bahia, Brasil de maio/2005 a setembro/2006.

Espécies	Mai	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Set	Total
<i>Anthodioctes</i> sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp1	-	-	1	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	6
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp4	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	3
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Augochlora</i> (<i>Augochlora</i>) sp.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Augochloropsis</i> sp1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Augochloropsis</i> sp2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Augochloropsis</i> sp3	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	3
<i>Augochloropsis</i> sp4	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3
<i>Augochloropsis</i> sp5	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
<i>Augochloropsis</i> sp6	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
<i>Augochloropsis</i> sp7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	7
<i>Bombus</i> sp1	-	18	-	-	2	3	2	8	2	3	7	8	1	-	54
<i>Callonychium brasiliense</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Centris aenea</i>	-	-	1	-	3	2	5	1	1	-	1	-	-	-	14

Tabela 4. Continuação

Espécies	Mai	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Set	Total
<i>Partamona</i> sp1	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	32
<i>Pseudaugochlora graminea</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	3
<i>Pseudaugochlora pandora</i>	-	-	-	3	17	12	4	5	36	8	1	1	15	-	102
<i>Pseudaugochlora</i> sp1	-	-	-	-	1	3	-	1	1	3	2	-	-	-	11
<i>Pseudaugochlora</i> sp2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Pseudaugochlora</i> sp3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Pseudaugochlora</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1	-	45
<i>Pseudaugochlora</i> sp5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pseudaugochlora</i> sp6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Pseudaugochlora</i> sp7	-	1	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	6
<i>Pseudaugochlora</i> sp8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2
<i>Pseudaugochlora</i> sp9	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Trigona fuscipennis</i>	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Xylocopa cearensis</i>	-	3	6	12	25	32	69	63	246	75	29	46	11	2	619
<i>Xylocopa frontalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-	-	5
<i>Xylocopa grisescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Xylocopa subcyanea</i>	2	1	2	2	4	2	11	11	2	8	4	1	-	-	50
<i>Xylocopa suspecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	3	-	-	-

Tabela 4. Continuação

Espécies	Mai	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Set	Total
Número de indivíduos (n)	5	34	45	54	143	154	235	187	321	106	120	174	50	10	1638
Número de espécie (S)	2	9	16	21	18	27	22	25	24	12	26	16	6	3	73
Diversidade (H')	0,67	1,54	2,45	2,62	2,11	2,62	2,02	2,23	1,06	1,20	2,49	1,97	1,59	1,03	2,54
Equitabilidade (J')	0,97	0,70	0,88	0,86	0,73	0,80	0,65	0,69	0,33	0,49	0,76	0,71	0,88	0,94	0,59

Tabela 5. Número de indivíduos e de espécies de abelhas coletadas em espécies de plantas na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

Família	Espécies de plantas	Número de espécies de abelhas	Número de indivíduos
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	3	6
Asteraceae	Asteraceae	1	1
Burseraceae	<i>Protium bahianum</i> Daly	2	5
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	16	319
Clusiaceae	<i>Clusia nemurosa</i> G. Mey	4	8
Convovulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	1	2
Euphorbiaceae	<i>Croton sellowii</i> Baill.	1	3
Fabaceae-Caesalpinoidea	<i>Chamaecrista cytisoides</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin e Barneby	2	2
	<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>ramosa</i> (Vogel) H.S. Irwin e Barneby	28	226
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium bijugum</i> (Vogel) Yakovlev	9	61
	<i>Centrosema brasilianum</i> Benth.	4	5
	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell) Tanb.	3	5
	<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	1	2

Tabela 5. Continuação

Família	Espécies de plantas	Número de espécies de abelhas	Número de indivíduos
Fabaceae-Mimosoide	<i>Inga captata</i> Desv.	3	11
Gesneriaceae	Indet.	3	24
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (A. Juss.) Cuatrec	23	112
Krameriaceae	<i>Krameria baiana</i> BB Simpson	7	35
Lorantaceae	<i>Struthanthus polyrhizus</i> (Mart.) Mart.	1	6
	<i>Hyptis</i> sp.	2	3
Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (Mart.) Koehne	21	249
	<i>Cuphea sessilifolia</i> Mart.	3	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss.	14	111
	<i>Byrsonima sericea</i> A. DC.	10	58
	<i>Stigmaphyllon paralias</i> A. Juss.	5	18
Melastomataceae	<i>Comolia ovalifolia</i> DC Triana	8	33
	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	4	4
Orchidaceae	<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Salzm.	1	1
Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i> (L.) H.Hara	1	1
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp	1	1
Polygonaceae	<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	1	6

Tabela 5. Continuação

Família	Espécies de plantas	Número de espécies de abelhas	Número de indivíduos
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	2	2
	<i>Diodia apiculata</i> (R eS) K. Schum	7	23
	<i>Guettarda platypoda</i> DC.	3	4
	Rubiaceae indet.	1	1
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	9	28
Sapotaceae	<i>Manikara salzmanii</i> DC	2	16
Scrophalariaceae	Indet.	1	1
Malvaceae	Indet.	2	3
	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St. Hil.	29	236
Theaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	1	1
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta elatior</i> Schrad. ex Schult.	1	1

Fig.1-Total de espécies e indivíduos de abelhas, precipitação pluviométrica mensal (mm), na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

Fig.2 - Número acumulado de espécies de Apoidea em cada mês de amostragem na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

Fig.3- Abundância relativa de espécies de abelhas dominantes visitantes das flores na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

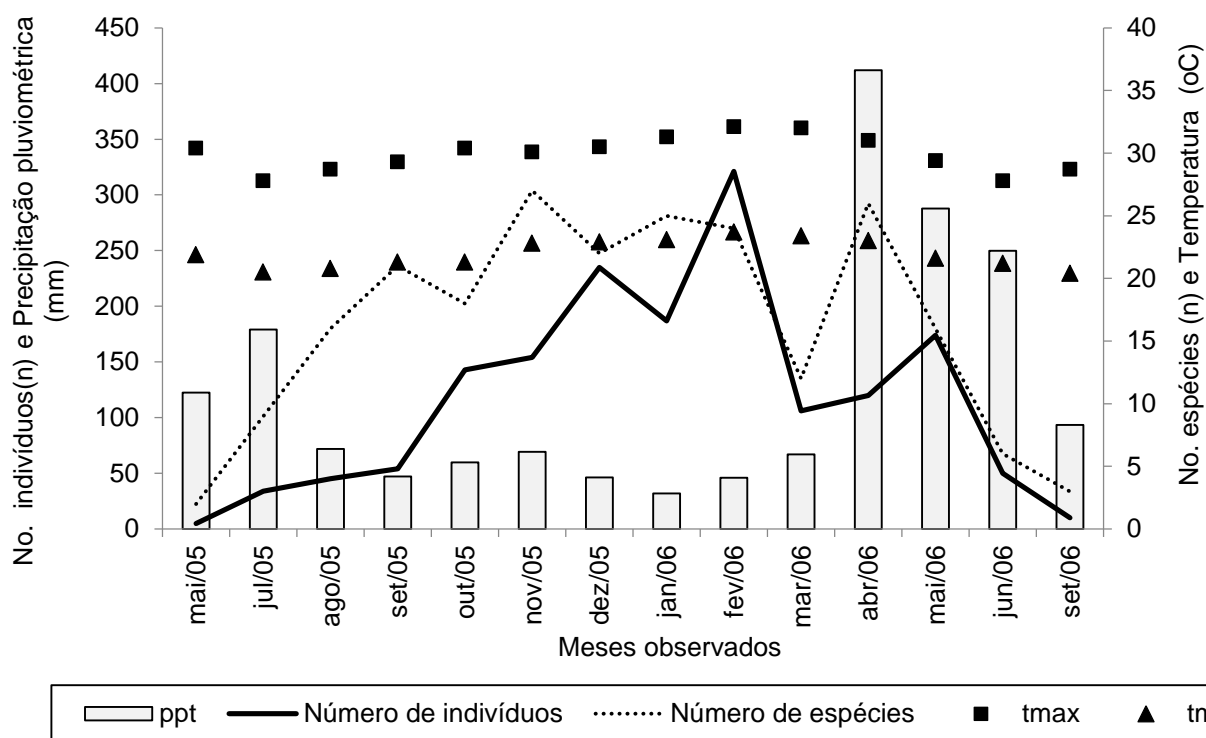


Fig.1-Total de espécies e indivíduos de abelhas, precipitação pluviométrica mensal (mm), na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

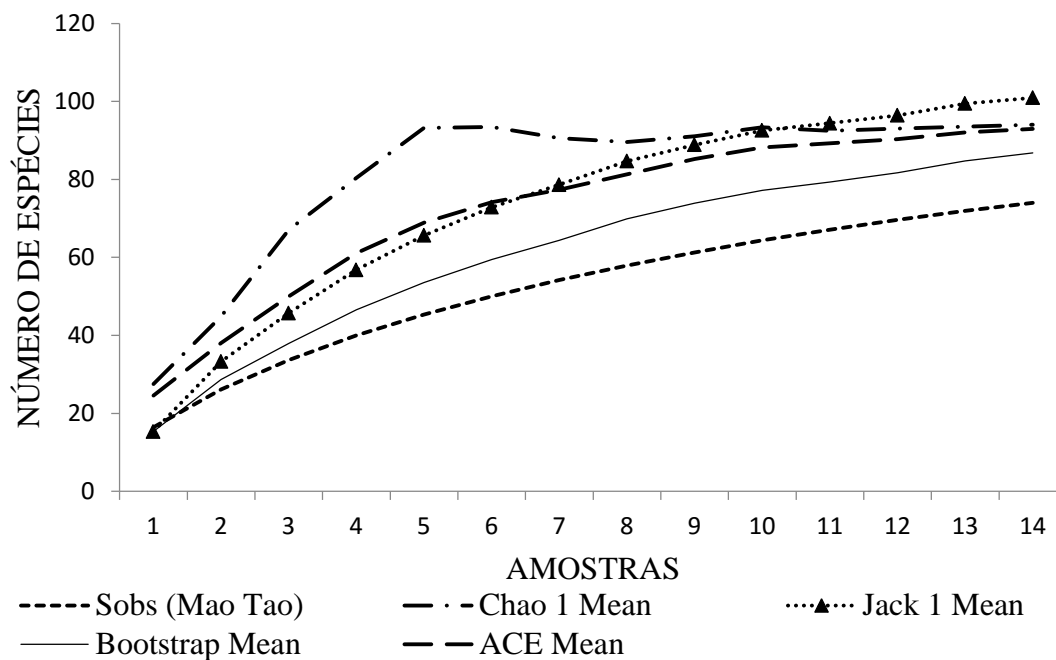


Fig.2 - Número acumulado de espécies de Apoidea em cada mês de amostragem na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

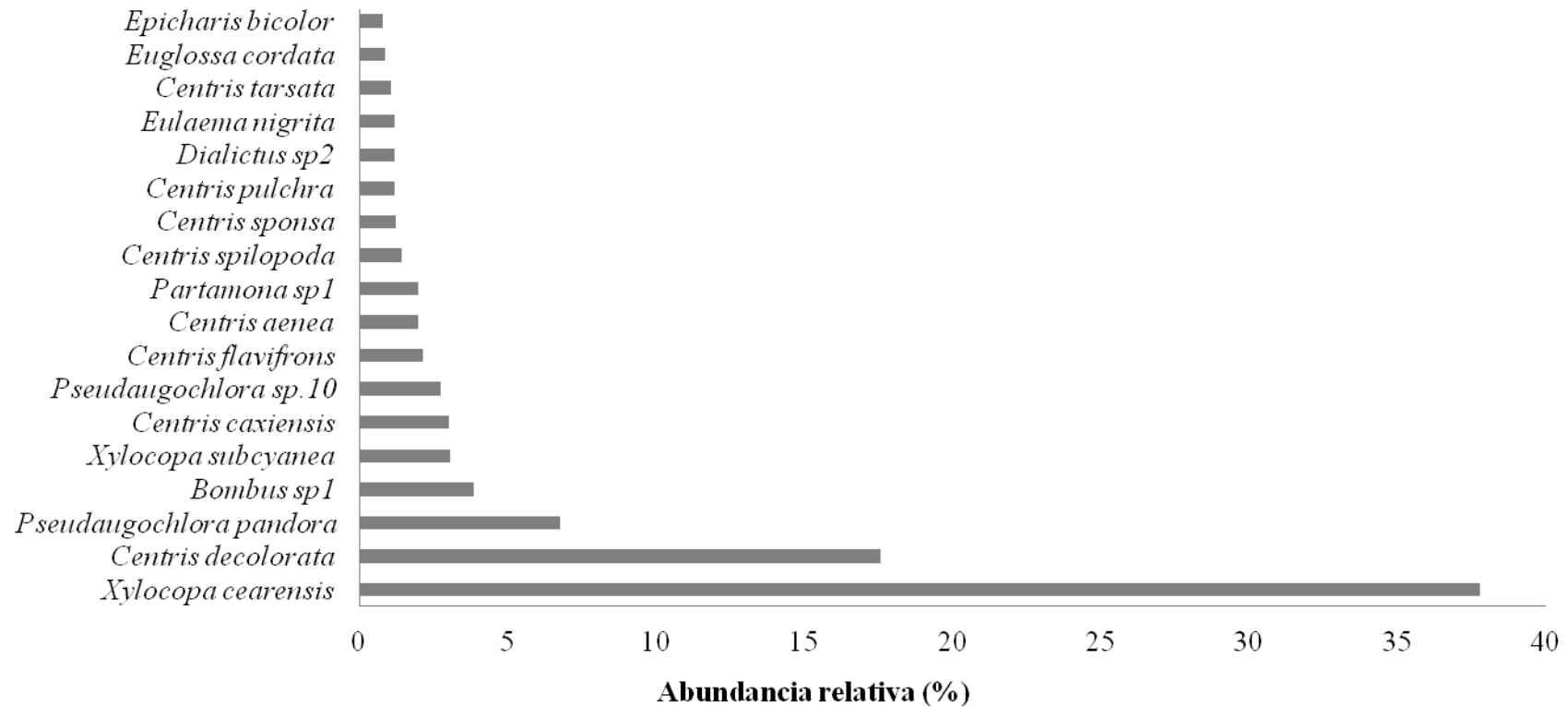


Fig.3-Abundância relativa de espécies de abelhas dominantes visitantes das plantas na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, Brasil, entre maio de 2005 e setembro de 2006.

ARTIGO 3

RESÍDUO POLÍNICO DE PROVISÕES LARVAIS DE ABELHAS SOLITÁRIAS EM UMA ÁREA DE DUNAS COSTEIRAS TROPICAIS¹

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Grana, em versão na língua inglesa.

RESÍDUOS POLÍNICOS DE PROVISÕES LARVAIS DE ABELHAS SOLITÁRIAS EM UMA ÁREA DE DUNAS COSTEIRAS TROPICAIS

Resumo: Resíduos polínicos de abelhas solitárias em ninhos-armadilha podem revelar fontes de recursos florais e preferências alimentares dos imaturos. A partir de ninhos de *Centris analis* Fabricius, *Centris tarsata* Smith, *Centris trigonoides* Lepeletier e *Tetrapedia diversipes* Klug coletados em ninhos-armadilha, em dunas costeiras da Bahia, foram analisadas resíduos polínicos das provisões dos imaturos. Foram utilizados dez ninhos de cada espécie de abelha para análise palinológica, sendo submetidos à tratamentos químicos, separando os grãos de pólen dos sedimentos e seguido de acetólise. Foram identificados 26 tipos polínicos, relacionados a dezesseis famílias vegetais. Oito tipos polínicos foram encontrados em ninhos de *C. tarsata*, 13 em *C. analis*, 11 em *C. trigonoides* e 22 tipos *T. diversipes*. Os tipos *Cuphea brachiata*, *Chamaecrista ramosa* e *Byrsonima sericea* foram comuns à dieta das abelhas estudadas. Fabaceae foi a família com maior número de tipos polínicos (5), seguida de Malpighiaceae (3) e Myrtaceae (2). Os maiores valores de amplitude de nicho trófico (H') e equitabilidade (J') das fontes de recursos florais foram para *T. diversipes* ($H'=2,4$; $J'=0,78$) e os menores para *C. trigonoides* ($H'=0,62$; $J'=0,26$). As dietas de *C. tarsata* e *C. trigonoides* foram agrupadas com 47% de similaridade pela métrica de Sorensen, e com 81% de similaridade pelo métrica de Bray-Curtis. *Chamaecrista ramosa* e *Byrsonima sericea* foram os tipos que contribuíram como fonte de pólen, principalmente para *Centris*. As espécies *C. tarsata* e *C. trigonoides* apresentaram forte sobreposição de nicho (0,92), enquanto para demais abelhas esses valores variaram entre 0,26 a 0,33.

Palavras chave: *Centris*, *Tetrapedia*, *Chamaecrista ramosa*, *Byrsonima sericea*, *Cuphea brachiata*.

POLLEN RESIDUES IN LARVAL PROVISIONS IN NESTS OF SOLITARY BEES IN A TROPICAL COSTAL SAND DUNE AREA

Abstract: Pollen residue from solitary bees in trap-nests may reveal the source of floral resources and the food preferences of immature bees. We collected *Centris analis* Fabricius, *Centris tarsata* Smith, *Centris trigonoides* Lepeletier and *Tetrapedia diversipes* Klug from trap-nests in costal dune areas in Bahia and analysed pollen residue in the provisions of immature bees. Ten nests per bee species were used for pollen analysis, the pollen was then submitted to chemical treatments, separating pollen grains from sediment, followed by acetolysis. Twenty-six types of pollen were identified, relating to sixteen plant families. Eight types of pollen were found in the nests of *C. tarsata*, 13 types in *C. analis*, 11 in *C. trigonoides* and 22 types in *T. diversipes*. *Cuphea brachiata*, *Chamaecrista ramosa* and *Byrsonima sericea* were common to the diet of the studied bees. The Fabaceae family presented with the largest number of pollen types (5), followed by Malpighiaceae (3) and Myrtaceae (2). The highest values for trophic niche breadth (H') and evenness (J') of source of floral resources were found in *T. diversipes* ($H'=2.4$; $J'=0.78$), and the lowest in *C. trigonoides* ($H'=0.62$; $J'=0.26$). The diets of *C. tarsata* and *C. trigonoides* were grouped at 47% similarity (Sorensen index), while *C. tarsata* and *C. trigonoides* were grouped at 81% similarity (Bray-Curtis index). *Chamaecrista ramosa* and *Byrsonima sericea* contributed as a pollen source, principally for *Centris*. The *C. tarsata* and *C. trigonoides* species presented high trophic niche overlap (92%), while values for the other bees varied from 26% to 33%.

Key words: *Centris*, *Tetrapedia*, *Chamaecrista ramosa*, *Byrsonima sericea*, *Cuphea brachiata*.

Introdução

O conceito de nicho proposto por Huchiston em 1957, é definido como a interação entre necessidades e tolerâncias ambientais que uma espécie (ou indivíduo) precisa para cumprir seu modo de vida. Desse modo, o nicho real de uma espécie é o produto de diversas dimensões, sendo reconhecido como espaço multidimensional compartilhado entre as espécies que ali vivem (Townsend et al. 2006, Magurran 2011).

Um passo para se entender a organização de uma comunidade é medir a sobreposição no uso dos recursos entre as diferentes espécies de uma guilda ou de uma comunidade (Krebs 1989). Estudos que investigam a flora apícola, realizados através de levantamentos de abelhas em flores na restinga, avaliaram o uso dos recursos tróficos aplicando métricas para avaliar o nicho trófico e a partição desses recursos (Alves-dos-Santos 1999; Madeira-da-Silva 2004; Viana e Kleinert 2006). A exemplo desses, temos um estudo relacionado ao uso dos recursos florais por abelhas do gênero *Xylocopa* em dunas costeiras da Bahia, que destacou as espécies *Xylocopa cearensis* Ducke e *Xylocopa subcyanea* Pérez, abelhas de tamanho similar (médio-grande), com grande amplitude de nicho trófico e que compartilharam muitas fontes de recursos, principalmente espécies com flores pequenas (Figueiredo et al. 2013).

Os recursos florais (pólen, néctar e óleo) são essenciais para a sobrevivência e manutenção das abelhas solitárias, as quais formam importantes grupos de polinizadores de plantas nativas e cultivadas (Roubik 1989). A identificação das plantas fornecedoras de recurso alimentar para as provisões larvais é essencial para a manutenção das populações de abelhas (Jones & Jones 2001). Conhecer as preferências alimentares e o modo como as espécies utilizam os recursos florais disponíveis é essencial para o desenvolvimento de programas de conservação e manejo de polinizadores nativos (Aguiar 2003). As informações sobre a coleta de tipos polínicos por abelhas ajudam a compreender as interações ecológicas entre as plantas e seus polinizadores, assim como, o comportamento de competição por alimento entre espécies em diferentes ecossistemas (Roubik 1989).

As observações diretas do comportamento das abelhas nas flores podem fornecer informações sobre como os recursos florais são utilizados. Todavia, a

análise da carga polínica transportada em corbículas (das abelhas eussociais), no mel estocados nos ninhos (Aguiar 2003, Carvalho & Marchini 1999), em escopas de abelhas solitárias (Vilhena 2009), podem fornecer informações sobre o uso de recursos florais de grupos específicos de abelhas.

Há um grande número de estudos relacionados a utilização de recursos por abelhas eussociais, vários destes indicam que *Apis mellifera* Linnaeus e *Trigona spinipes* (Fabricius) apresentam altas amplitudes de nicho trófico e baixa sobreposição na utilização dos recursos alimentares disponíveis no ambiente (Cortopassi-Laurino & Ramalho 1988; Carvalho & Marchini, 1999; Neves e Viana 2002; Aguiar 2003; Lorezon et al. 2003; Viana & Kleinet 2006; Nogueira-Ferreira e Augusto 2007; Ramalho et al. 2007; Franco et al. 2006). Já para abelhas solitárias poucos são os estudos que trazem informações sobre a utilização dos recursos através de informações do material polínico encontrado nos ninhos ou aderido a escopa (Cruz et al. 2015; Neves et al 2014; Rabelo et al. 2014 a, b; Santos et al. 2013; Vilhena et al. 2012; Dórea et al. 2010, 2009).

Analisando o conteúdo da carga polínica de escopas de abelhas polinizadoras de flores de *Byrsonima chrysophylla* Kunth (Malpighiaceae), em uma restinga no Maranhão, foi constatado que 90% do pólen eram dessa planta e somente *Centris decolorata* Lepeletier (= *C. leprieuri*) (Apidae, Centridini) apresentou 100% da sua carga polínica oriunda de *B. chrysophylla* (Ribeiro et al. 2008). No Cerrado, também foi constatada alta representatividade dos tipos polínicos da família Malpighiaceae na carga polínica de espécies de abelhas da tribo Centridini (Vilhena & Augusto 2007), reafirmando a fidelidade floral das abelhas Centridini à família Malpighiaceae (Anderson 1990).

O resíduo polínico (conteúdo polínico presente nas células de cria ou nas fezes encontradas no interior dos ninhos-armadilha) também pode revelar as fontes de recursos utilizados pelas abelhas para alimentar a cria. Esses resíduos representam uma amostra de todo o pólen depositado pela fêmea em cada célula de cria (Villanueva-Gutiérrez & Roubik 2004). Através da identificação dos tipos polínicos contidos nesses resíduos se obtém importantes informações sobre os recursos alimentares utilizados pelas abelhas solitárias em determinados ambientes. Estudos pioneiros, utilizando ninhos-armadilha, realizados na Caatinga verificaram o resíduo polínico presentes em ninhos de *Centris tarsata* Smith (Dórea et al. 2009),

Centris analis (Fabricius) (Dórea et al. 2010) e *Centris trigonoides* Lepeletier (Dórea et al. 2013), e identificaram os tipos polínicos relacionados a dieta das espécies de abelhas solitárias. Estudos dessa natureza realizados em pomares de acerola (*Malpighia emarginata* DC) constataram uma notável fidelidade de *C. analis* às flores de aceroleira (Oliveira & Schlindwein 2009; Santos et al. 2013).

A maior parte dos estudos que investigam as fontes de pólen utilizadas por abelhas coletoras de óleo, a partir da análise de provisões ou resíduos polínicos, tem se voltado para as espécies da tribo Centridini (Roubik & Villanueva-Gutiérrez 2009; Dórea et al. 2010; Rabelo et al. 2012). Entretanto, são poucas as informações sobre os recursos tróficos utilizados por outras abelhas coletoras de óleo floral como espécies de *Tetrapedia* (Tetrapediini), destacando informações sobre essas abelhas em estudos desenvolvidos em áreas naturais (Menezes et al. 2012, Campos 2014), em agroecossistemas (Neves et al. 2014) e em áreas urbanas (Alves-dos-Santos et al. 2002).

O presente estudo se propôs a obter informações sobre o espectro polínico da dieta das larvas de *Centris analis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *Tetrapedia diversipes* Klug, abelhas solitárias, que nidificaram em cavidades preexistentes ou ninhos-armadilha em uma área de dunas e restinga no Litoral Norte da Bahia. Para isso procurou-se: (1) Identificar os tipos polínicos referentes as fontes de pólen utilizadas no provisionamento dos ninhos, com objetivo de inferir sobre as possíveis plantas fornecedoras dos recursos (óleo, néctar e pólen) nesse ecossistema costeiro; (2) Determinar a amplitude trófica e a equitatividade da dieta das larvas destas abelhas que nidificam em ninhos-armadilhas; (3) Analisar de que forma as fontes de recursos tróficos se apresentam nas provisões dos imaturos e verificar se há especificidade e compartilhamento desses recursos entre as abelhas.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Dunas de Santo Antônio (12°27'20,4"S 37°56'05,0"W), situada no litoral norte da Bahia. O clima é do tipo Af (segundo a classificação climática de Köppen), temperatura média anual de 25,4 °C, pluviosidade anual média de 1600 a 2000 mm, sendo o período chuvoso de abril a junho (SEI 1999).

A vegetação da área estudada é composta, principalmente, por plantas de porte herbácea-arbustiva sobre uma grande extensão de dunas. As famílias Myrtaceae, Fabaceae, Arecaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae totalizam 41% das espécies catalogadas por Queiroz (2007) para uma área de restinga no mesmo município, distando 4km da área de estudo. Destaque para as espécies *Humiria balsamifera* var. *parvifolia* (A. Juss.) Cuatrec (Humiriaceae), *Waltheria cinerescens* A.St. Hil (Malvaceae), *Comolia ovalifolia* DC Triana (Fabaceae-Caesalpinioideae), *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae) e *Cuphea brachiata* (Mart.) Koehne (Lytraceae) importantes representantes da flora da RPPN Dunas de Santo Antônio (Menezes 2007).

Os resíduos polínicos presente nas células de cria ou nas fezes dos imaturos, foram obtidos de ninhos estabelecidos em ninhos-armadilha, confeccionados com cartolina preta, de comprimento 58 mm e 105 mm, com 6 mm e 8 mm de diâmetro respectivamente e acomodados em orifícios em blocos de madeira. Os ninhos foram obtidos no intervalo entre novembro/2006 a novembro/2007, retirados mensalmente.

Foram analisados dez ninhos de *Centris tarsata*, 11 de *C. analis*, dez de *C. trigonoides* e nove de *T. diversipes* (Tabela 1). Cada ninho de abelha correspondeu a uma amostra analisada. Para a obtenção do pólen presente nos resíduos pós-emergência (pólen estocado e do pólen contido nas fezes) dos ninhos das abelhas foi utilizado o protocolo de Dórea et al. (2009), onde foram adaptados os métodos de análises de sedimento em palinologia de Faegri & Iversen (1975), e em seguida as amostras de pólen foram tratadas segundo o método de acetólise proposto por Erdtman (1960).

Ao término dos processos químicos, foram montadas cinco lâminas com gelatina glicerinada, sendo que em quatro delas utilizou-se gelatina corada com safranina. As lâminas foram cobertas com lamínulas e seladas com parafina. Após a montagem, procedeu-se com a análise qualitativa. E com a obtenção de imagens e identificação dos tipos polínicos presentes nas amostras através de comparação com o material de referência disponível na palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, ou por comparação com tipos polínicos descritos na literatura especializada como Roubik & Moreno (1991), Silva (2007), além das informações presentes nos estudos listados na Tabela 11.

A análise quantitativa foi realizada por meio da contagem de, no mínimo, 1000 grãos de pólen por amostra (Vergeron 1964). Através dos resultados da análise quantitativa puderam ser calculadas as frequências de cada tipo polínico entre as amostras e a frequências totais dos tipos polínicos em cada ninho estudado, calculadas segundo proposto por Villanueva-Gutiérrez & Roubik (2004).

Foram considerados os tipos polínicos importantes para as abelhas os que apresentaram frequência total como de 10% (Ramalho et al. 1985). A constância dos tipos polínicos nas amostras (constância amostral) foi calculada através da razão entre número de amostras em que cada tipo polínico foi registrado e o total de amostras analisadas.

A constância temporal dos tipos polínicos foi obtida através da razão entre o número de meses em que cada tipo polínico foi registrado e número total de meses amostrados (n=10) (Santos et al. 2013). Considerando as classes de frequências propostas por Louveaux et al (1978) foi estabelecida cinco classes de constância para os tipos polínicos observados em todas as amostras analisadas: muito constante (> 75%), constante (75% - 50%); pouco constante (50% - 25%); ocasional (25% - 5%) e raro (<5%).

A análise de similaridade foi verificada pelo coeficiente de Sorensen e de Bray-Curtis entre as amostras. O coeficiente de similaridade de Sorensen foi utilizado, por não considerar as ausências compartilhadas como evidência de similaridade, sendo considerados dados presença/ausência. A métrica quantitativa de Bray-Curtis foi também aplicada para análise de similaridade dos espectros polínicos dos resíduos dos ninhos das abelhas. Essa métrica leva em consideração os dados de abundância dos tipos polínicos.

A amplitude de nicho trófico foi calculada pelo índice de Shannon (H') (Shannon 1948), usando o algoritmo $H' = - \sum p_k \times \ln p_k$, onde p_k foi a proporção entre o número de grão contados por cada tipo polínico (k) e o total de pólen contado. A uniformidade do uso dos recursos foi calculada pelo índice de Pielou (J'), através da fórmula $J' = H'/H'_{\max}$ (Ludwig e Reynolds 1988). Para isso foi utilizado o software PAST – Palaeontological Statistics, Ver. 1.84 (Hammer et al. 2001).

A sobreposição do nicho trófico referente a dieta das larvas das abelhas que emergiram dos ninhos-armadilha na RPPN Dunas de Santo Antônio foi calculada

pelo Índice de Schoener (Schoener 1968) através do algoritmo $NO_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$.

Resultados

Nos resíduos polínicos das provisões dos imaturos das abelhas *C. analis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *T. diversipes* foram identificados, 23 tipos polínicos, por afinidade botânica (Figura 1), relacionados a dezesseis famílias botânicas (Tabela 2), somente três tipos polínicos identificados permaneceram sem identificação. Os tipos polínicos mais frequentes nos ninhos estudados foram *Chamaecrista ramosa*, *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon paralias*, *Croton*, *Portulaca umbratica*, *Borreria verticulata*, *Cuphea brachiata*, *Evovulus cordatus* e *Schultesia doniana*.

Oito tipos polínicos foram encontrados em ninhos de *C. tarsata*, 13 tipos nos ninhos de *C. analis*, 11 tipos nos ninhos de *C. trigonoides* e 22 tipos nos ninhos de *T. diversipes* (Tabela 2). Os tipos polínicos comuns aos ninhos das quatro espécies de abelhas analisadas foram *Byrsonima sericea* A. DC, *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin e *Cuphea brachiata* Koehne. A amplitude do nicho trófico das quatro espécies de abelhas, baseada nos resíduos polínicos, variou de 0,62 a 2,41. E a uniformidade de utilização desses recursos nas provisões larvais oscilou entre 0,26 e 0,78.

A família Fabaceae apresentou a maior riqueza de tipos polínicos, sendo identificados 4 dos 26 tipos polínicos encontrados nos resíduos de total de ninhos analisados (Tabela 2), seguida das famílias Malpighiaceae (3) e Myrtaceae (3), as demais famílias vegetais foram representadas por apenas um tipo. Dentre os tipos polínicos reunidos na família Fabaceae, *C. ramosa* foi o tipo polínico com maior representatividade, 41,28% do total de grãos quantificados nesse estudo. *Byrsonima sericea* foi o segundo tipo polínico mais frequente (21,6%), seguido de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (9,86%), ambos pertencentes à família Malpighiaceae.

Chamaecrista ramosa e *B. sericea* foram os tipos que mais contribuíram como fonte de pólen, principalmente para as abelhas do gênero *Centris*. Nas provisões larvais dos ninhos de *T. diversipes* foram indicados, como fontes de pólen, os tipos polínicos *Croton* sp., *Portulaca umbraticola* Kunth e *Borreria verticillata* (L.) G. Mey.

Analisando a distribuição das frequências dos tipos polínicos nos ninhos de *Centris tarsata*, durante o período de estudo, *B. sericea* e *S. paralias* foram os tipos polínicos que estiveram presentes em todos os meses amostrados, sendo que a frequência do tipo *B. sericea*, em cada mês analisado, variou de 3,79% (março/2007) a 96,6% (julho/2007) e do tipo *S. paralias* variou 0,06% (janeiro/2007) a 20,55% (junho/2007) (Tabela 3).

Janeiro e março foram os únicos meses em que tiveram amostras de todas as quatro espécies de abelhas (Figura 2). Março foi o mês com a maior riqueza de tipos polínicos registrada (n=25) e julho o mês com menor número (n=3) registrado. No mês de dezembro foi registrada a maior quantidade de grãos de pólen nos ninhos analisados, entretanto, somente oito tipos polínicos foram encontrados.

Dos dez meses amostrados, sete apresentaram valores de diversidade de recursos florais, presentes nas provisões larvais, superior a 1,00. Dentre eles, destacam-se os meses fevereiro, março e novembro, nos quais foram encontrados os valores $H' = 1,42$; 2,20 e 1,53 respectivamente.

A análise de similaridade, utilizando uma métrica qualitativa (índice de Sorensen), mostrou que *C. tarsata* e *C. trigonoides* compartilharam 47% das fontes de recursos tróficos (Tabela 4). Com a aplicação de métrica quantitativa (índice de Bray-Curtis), foi evidenciado o mesmo agrupamento *C. tarsata* + *C. trigonoides*, com 81% de similaridade. Essas abelhas compartilharam oito tipos polínicos, dentre esses *Chamaecrista ramosa*, *Cuphea brachiata* e *Byrsonima sericea* foram os tipos polínicos com maior representatividade nos ninhos dessas abelhas (Tabela 5).

As espécies de abelhas estudadas compartilham as fontes de recursos florais em graus distintos, o que resultou numa sobreposição do nicho trófico que variou de 0,11 a 0,82 entre as espécies estudadas (Tabela 6). As fontes de recompensas florais podem ser apontadas como fontes de néctar, pólen e óleo de acordo com as plantas produtoras desses tipos polínicos, informadas nos estudos listados na Tabela 11, e através das frequências apresentadas por cada tipo nas amostras analisadas.

Espectro polínico dos ninhos de *Centris tarsata*

O espectro polínico de *C. tarsata* foi composto por oito tipos polínicos relacionados a sete famílias vegetais (Tabela 7). *Chamaecrista ramosa*, *C. brachiata*

e *B. sericea* foram os tipos polínicos que estiveram presentes em todas as amostras avaliadas e apresentaram os maiores valores frequência (71,3%, 14,7% e 5,6% respectivamente).

De uma maneira geral, nos ninhos analisados, o número de tipos polínicos variou, de três (amostras I, III, V, VII, XI) a seis tipos (amostra X). Nas amostras VIII e XI, compostas por três tipos polínicos cada uma, o tipo *C. ramosa* apresentou a maior representatividade, com frequências de 91,93% e 95,89%, respectivamente. Na amostra VII, esse mesmo tipo polínico apresentou o seu menor valor de frequência (13,7%), *B. sericea* foi encontrado com as maiores porcentagens (80,2%) dentre todos os tipos polínicos para esta amostra. *Comolia ovalifolia* foi o tipo polínico registrado apenas para a amostra II, entretanto foi o tipo com maior representatividade para esta amostra (57,4%). Os tipos polínicos *Solanum paniculatum* L. e *Campomanesia dichotoma* (O. Berg) Mattos estiveram presentes apenas nas amostras VI e X respectivamente.

Na amostra V foi verificada a maior diversidade de tipos polínicos e maior uniformidade nos recursos ($H'=0,89$; $J'=0,81$), quando comparados a diversidade e equitabilidade total dos recursos provisionados (Tabela 7), em todo o período amostrado para a dieta de *C. tarsata* ($H'=0,96$; $J'=0,46$).

Espectro polínico dos ninhos de *Centris analis*

Treze tipos polínicos pertencentes a nove famílias botânicas foram encontrados nos 11 ninhos de *C. analis* (Tabela 8). O número de tipos polínicos foi bastante variável entre as amostras, oscilando de um (amostra II) a oito tipos (amostra VIII).

A análise das frequências dos tipos polínicos nos ninhos de *C. analis* indicou uma forte representatividade dos tipos *Byrsonima sericea* (51,9%) e *Stigmaphyllon paralias* (34,8%). Quatro tipos polínicos também se destacaram *Chamaecrista ramosa*, *Dioclea violacea* Mart. ex Benth., *Barnebya harleyi* W.R. Anderson & B. Gatese, *Galactia martii* DC. (Tabela 8).

O tipo polínico com a maior representatividade por ninho foi *B. sericea* com 100% dos grãos encontrados na amostra II, seguido do tipo *S. paralias* com 98,93% da frequência dos tipos polínicos encontrados na amostra V (Tabela 8). No entanto,

nenhum outro tipo polínico teve constância amostral tão ampla quanto *S. paralias*, que foi observado no espectro polínico de 10 ninhos de *C. analis*.

O tipo *Galactia martii* esteve presente em apenas duas amostras (IX e XI) e apresentou frequências de 4,89% para os ninhos de *C. analis*. Na amostra XI, contendo seis tipos polínicos, *G. martii* foi o tipo com maior frequência (52,42%).

A amostra VIII revelou o maior espectro polínico (8 tipos) entre as amostras, no entanto a maior contribuição de grãos de pólen, para esse ninho, estava concentrada no tipo *B. sericea* (96,39%), o que resultou em baixos valores de diversidade de tipos polínicos ($H'=0,20$) e baixa uniformidade dos recursos tróficos provisionados ($J'=0,10$).

A amplitude total do nicho trófico das larvas de *C. analis*, baseada nos resíduos polínicos encontrados em todos os ninhos dessa abelha, foi igual a 1,16 e a equitatividade foi 0,45. Dentro das amostras os valores de diversidade (H') variaram de 0,09 a 1,35. A amostra IX (com cinco tipos polínicos) apresentou o maior valor ($H'=1,35$) e uma alta uniformidade de recursos tróficos ($J'=0,84$). Os menores valores encontrados para esses índices foram registrados nas amostras V e III ($H'=0,06$ e $J'=0,05$; $H'=0,09$ e $J'=0,05$, respectivamente), nessas duas amostras o tipo polínico *S. paralias* contribuiu com aproximadamente 99% dos grãos de pólen presentes nos resíduos polínicos dos ninhos de *C. analis*.

A análise das amostras dos ninhos de *C. analis* revelou que *B. sericea* e *S. paralias* foram os tipos polínicos que apresentaram constância amostral de 81,8% e 90,9% respectivamente, sendo registrados em 89% de constância temporal. *Barnebya harleyi* foi o tipo polínico que apresentou 54,5 % de constância amostral, no entanto sua constância temporal foi inferior a 50%.

Espectro polínico dos ninhos de *Centris trigonoides*

Dos dez ninhos de *C. trigonoides* analisados foi obtido um espectro polínico composto de 11 tipos pertencentes a 8 famílias (Tabela 9). A amostra VII e VIII revelaram o maior número de tipos polínicos do espectro polínico, 9 e 6 tipos polínicos respectivamente. As demais amostras apresentaram de três (amostra I e IX) a cinco (amostra II, IV, V e X) tipos.

O tipo *Chamaecrista ramosa* esteve presente em todas as amostras analisadas, sendo o tipo polínico com maior representatividade em todos os ninhos

de *C. trigonoides*, as frequências desse tipo polínico variaram de 69,95% (amostra VI) à 98,06% (amostra IX).

Cuphea brachiata e *Byrsonima sericea* foram os tipos polínicos presentes em 100% e 90% das amostras analisadas respectivamente. O tipo *B. sericea* revelou o maior valor de frequência (27,51%) para a amostra VI e o menor valor (2,96 %) para amostra III. Já o tipo *C. brachiata* embora apresentando alta constância amostral, contribuí com 3,73% dos grãos de pólen encontrados na amostra I, sendo sua menor representatividade obtida na amostra II (0,67%).

Quatro tipos polínicos (*Eucalyptus*, *S. paralias*, *Croton* e *P. umbraticola*) estiveram presentes em apenas uma das dez amostras analisadas e em apenas um dos três meses amostrados (Ct= 33%).

Durante o período amostral os tipos polínicos *C. ramosa*, *C. brachiata*, *B. sericea* e *S. paniculatum* apresentaram 100% de constância temporal.

Para as larvas de *C. trigonoides* a amplitude total de nicho trófico registrada foi igual à 0,62 e a equitabilidade igual a 0,26. Foi observada uma grande quantidade de grãos de pólen do tipo *C. ramosa* em todas as amostras estudadas. Dentro das amostras os valores referentes ao índice de diversidade de Shannon (H') variaram de 0,10 (amostra IX) a 0,83 (amostra IV) e para os valores de equitabilidade de Pielou (J') a variação foi de 0,52 a 0,09.

Espectro polínico dos ninhos de *Tetrapedia diversipes*

Os dez ninhos de *T. diversipes* analisados revelaram um espectro polínico composto por 22 tipos polínicos relacionado a 13 famílias (Tabela 10). O número de tipos polínicos por amostra variou de seis (amostra I) a 14 (amostra III). O tipo polínico de maior frequência foi *Croton* com 80,6 % na amostra II, seguido de *Chamaecrista ramosa* com 79,8% na amostra I e *Portulaca umbraticola* com 71,3 % na amostra IV.

Os maiores valores de frequência total para os ninhos de *T. diversipes* foram registrados para os tipos polínicos *Croton* (17,59%), *P. umbraticola* (14,87%), *B. verticulata* (12,81%) e tipo indeterminado 2 (10,24%). Os tipos que apresentaram valores intermediários de frequência (> 5%) foram: *C. dichotoma* (5,08%), *B. sericea* (6,21%), *Evolvulus cordatus* Moric. (7,54%), *Schultesia doniana* Progel (7,84%) e *C.*

ramosa (8,74%). Dez tipos polínicos registraram valores de frequência inferior a 1% (Tabela 10).

A análise de constância amostral (Ca) indicou a presença do tipo polínico *Byrsonima sericea* e *Borreria verticulata* em todos os ninhos amostrados (Ca= 100%). Outros tipos polínicos com alta constância amostral foram *S. paralias*, *D. violacea*, *C. brachiata* ambos com 77,78% de constância amostral. Três tipos polínicos tiveram alta constância temporal (Ct) nos ninhos de *T. diversipes*, *B. sericea*, *B. verticulata* e *S. paralias*, que estiveram presentes em todos os cinco meses de amostragem (Ct = 100%).

A diversidade (H') total dos tipos polínicos encontrados nos resíduos dos ninhos de *T. diversipes*, relacionada ao período de estudo foi igual a 2,4. Contudo o valor referente ao índice de diversidade (H') dos tipos polínicos em cada amostra variou de 0,73 (amostra I) à 1,55 (amostra VII) (Tabela 8). Os valores de uniformidade total do uso de recursos florais provisionados para as larvas de *T. diversipes* foi alta (J'=0,78), no entanto dentro das amostras esses valores foram mais baixos variando de 0,36 (amostra II) à 0,67 (amostra VII). O menor valor de uniformidade no uso dos recursos florais encontrado na amostra II pode estar associado a alta frequência de *Croton*, que particularmente representou nessa amostra 81% de todos os grãos de pólen contados.

Discussão

Segundo Dórea (2007), a alta porcentagem de alguns tipos polínicos nas amostras de ninhos de abelhas pode indicar que espécies de plantas são fontes de pólen exploradas pelas fêmeas para alimentar as larvas. Logo, *C. ramosa*, *B. sericea*, *S. paralias* foram tipos polínicos relativos às espécies de plantas que apresentaram alta frequência de ocorrência e alta constância temporal, sendo assim, consideradas fontes de pólen para a dieta das larvas das espécies de abelhas estudadas. *C. ramosa*, *B. sericea*, *S. paralias* já foram identificadas como fontes de pólen para abelhas solitárias em ambientes costeiros da Bahia (Figueiredo et al. 2013; Oliveira-Rebouças & Gimenes 2011; Viana & Kleinert 2006; Ramalho & Silva 2002), evidenciando a importância dessas plantas na dieta, e conseqüentemente manutenção das abelhas solitárias nos ambientes costeiros.

A identificação das fontes de néctar, a partir do estudo dos grãos de pólen armazenados nos ninhos de abelhas é complexa, uma vez que o pólen trazido ao ninho pode ser fruto de possível contaminação do inseto ao visitar as flores em busca de néctar (Dórea 2007). Dessa maneira, pode-se afirmar que *C. brachiata*, *Croton*, *B. verticullata* foram tipos polínicos indicados como plantas fornecedoras de néctar para misturar ao pólen ou para alimentar abelhas fêmeas adultas das Dunas de Santo Antônio, os quais apresentaram baixa frequência e alta constância temporal. Além disso, informações contidas na literatura apresentam essas espécies vegetais como parte da flora apícola considerada fontes de néctar, em dunas e restingas (Figueiredo et al. 2013; Gimenes et al. 2007; Pigozzo et al. 2006; Viana et al. 2006).

Fabaceae foi a família com maior riqueza de espécies, representada por cinco tipos polínicos, destacando-se *Chamaecrista ramosa*, *Dioclea violacea* e *Galactia martii*. O tipo *C. ramosa* foi considerado uma importante fonte de pólen para as quatro espécies de abelhas estudadas, alguns estudos anteriormente realizados também apontaram essa espécie vegetal como fornecedora de pólen para as abelhas da planície costeira (Pinheiro et al. 1988; Costa & Ramalho 2001; Viana & Kleinert 2006; Oliveira-Rebouças & Gimenes 2011). *Dioclea violacea* foi o tipo polínico referente a planta considerada fonte de néctar para *C. analis*, como também observou Amaral-Neto et al. (2015). Em ninhos de *T. diversipes* o tipo polínico *G. martii* pode estar relacionada a uma planta fornecedora de pólen e néctar para essa abelha, uma vez que um estudo aponta algumas espécies do gênero *Galactia* como fonte de pólen e néctar para a fauna apícola (Couto et al. 1997).

Malpighiaceae e Krameriaceae foram as famílias relacionadas às fontes de óleos florais utilizadas pelas abelhas para a construção dos ninhos e/ou alimentação da cria das espécies do gênero *Centris*.

A família Malpighiaceae foi a segunda família mais representativa nesse estudo, os tipos *Byrsonima sericea*, *Stigmaphyllon paralias* e *Byrsonima harleyi* se destacaram como fornecedoras tanto de pólen quanto óleo floral para a dieta das larvas das abelhas estudada. Isso pode ser uma estratégia vantajosa para a sobrevivência dessas espécies de abelhas, pois a planta fornece esses dois recursos e permanece florida por pouco tempo ao longo do ano. Além de Malpighiaceae, a família Krameriaceae, representada pelo tipo *Krameria baiana* BB

Simpson, foram as principais fontes de óleos florais na área estudada. Estudos apresentam algumas espécies dessas famílias como fontes de óleos florais para abelhas solitárias dos gêneros *Centris* (Gimenes & Lobão 2006; Aguiar et al. 2003) e *Tetrapedia* (Alves-dos-Santos et al. 2002).

Embora grande parte das abelhas solitárias seja considerada generalista, parece haver uma certa preferência na seleção dos recursos polínicos. Algumas espécies podem apresentar aparato morfológicos ou comportamentais especializados para coletar recursos florais de difícil acesso ou por explorar recursos florais específicos (Schlindwein 2000), como a coleta de pólen em flores de anteras poricidas (Buchmann 1983), assim como coleta em flores de óleo, perfume e de resina (Michener 2007).

Algumas espécies de abelhas solitárias utilizam os óleos florais na alimentação de suas larvas (Simpson & Neff 1981; Rêgo et al. 2006) e na construção de suas células de cria (Neff & Simpson 1981; Vinson et al. 1997). A manutenção das abelhas da tribo Centridini nas restingas tropicais está associada a oferta de óleos florais e pólen oriundos de indivíduos de *B. sericea* (Ramalho & Silva 2002). A oferta do óleo por essas flores pode influenciar na diversidade de Centridini entre habitat em escala regional (Rosa & Ramalho 2011). Logo, a conservação das espécies dessa família botânica é essencial para a manutenção e sobrevivências da guilda de abelhas coletoras de óleos.

No presente estudo os valores de amplitude do uso dos recursos tróficos pelas larvas das espécies de *Centris* variaram de 0,62 a 1,16 e a uniformidade na utilização desses recursos oscilou entre 0,26 a 0,46. Considerados valores baixos para esses índices, que pode significar uma concentração na exploração de alguns poucos recursos dessas abelhas por uma determinada fonte de alimento para sua cria. Segundo Schlindwein (2000), apesar de um espectro amplo de fontes de pólen disponíveis, várias espécies de abelhas solitárias restringem a dieta da cria, armazenando o pólen de apenas poucas espécies de plantas do mesmo gênero ou da mesma família botânica.

Nesse estudo as inferências a partir de índices ecológicos (amplitude de nicho trófico e equitatividade) revelaram que há maior utilização de algumas fontes tróficas em relação a outras, principalmente no que se refere às espécies fornecedoras de pólen. Como por exemplo, *C. tarsata* e *C. trigonoides*, apresentaram valores de

amplitude de nicho trófico inferior ($H'=0,96$ e $H'=0,62$, respectivamente) aos valores encontrados em *C. analis* ($H'=1,16$). Os valores de amplitude de nicho, associados aos baixos valores do índice de uniformidade e às frequências dos tipos polínicos, foram reflexo da concentração das coletas de pólen pelas abelhas *C. tarsata* e *C. trigonoides* nas flores de *C. ramosa*, e pelas abelhas *C. analis* nas flores de *B. sericea*. Este modo de selecionar os recursos para provisões larvais foi diferente dos registrado para *T. diversipes*, que utilizou pelo menos quatro tipos polínicos, resultando em uma maior amplitude de nicho trófico ($H'=2,40$) e uniformidade nos recursos provisionados ($J'=0,78$).

Atualmente a maior parte dos estudos que investigam o espectro polínico encontrado em ninhos ou escopas de abelhas solitárias, utilizam os índices ecológicos com objetivo de identificar quais as fontes de recursos são mais exploradas por essas abelhas. Em provisões de ninhos de *C. analis*, em duas áreas de Cerrado em Minas Gerais, os valores de amplitude de nicho trófico ($H'=0,78$ e $H'=0,95$), foram associados à baixa uniformidade ($J'=0,32$ e $J'=0,43$), indicando que algumas fontes de alimento foram mais utilizadas que outras, e que o forrageamento das fêmeas de *C. analis* se concentrou em flores de *Heteropterys* (Malpighiaceae) (Rabelo et al. 2012). Em provisões de células de cria de ninhos de *C. tarsata* em uma área de Caatinga, também foi observado baixos valores de amplitude e uniformidade no uso dos recursos tróficos, sendo concluído que *Aeschynomene martii* Benth. (Leguminosae) e *Solanum paniculatum* (Solanaceae) foram os tipos polínicos preferencialmente explorados por essas abelhas (Cruz et al. 2015). Estudos envolvendo conteúdo polínico de ninhos de *Tetrapedia diversipes*, constataram que os valores reduzidos de amplitude trófica ($H' < 0,85$) atrelada aos valores de uniformidade ($J' < 0,49$) de recursos resultariam possivelmente em uma preferência de *T. diversipes* por grãos de tipos polínicos da família Euphorbiaceae e Onagraceae (Neves et al. 2014; Menezes et al. 2012).

Embora Gonçalves e colaboradores (2012) tenham analisado o espectro polínico sem lançar mão desses índices ecológicos, esses autores questionaram o comportamento generalista de *C. tarsata*, afirmando que essa espécie é oligolética no aprovisionamento larval, devido ao comportamento seletivo das fêmeas em coletar pólen primariamente de tipos da família Solanaceae. Sabe-se que a presença de anteras porcidas em flores de Solanaceae, favorece a relação estreita dessas flores

com as fêmeas de *Centris* (Buchmann 1983), por restringir a coleta do pólen a um grupo específico de abelhas. A coleta de pólen por vibração (buzz-pollination) está associada a pequenos grãos de pólen, como os encontrados em espécies de *Solanum*, com uma grande quantidade de proteína que são importantes para o desenvolvimento das larvas das abelhas (Roulston et al. 2000).

Foram identificados nos ninhos (n=40) de *Centris* e *Tetrapedia* entre 8 a 22 tipos polínicos, pertencentes a 11 famílias botânicas. Alguns valores se diferenciam, respectivamente, dos apresentados em estudos que envolveram a identificação das fontes alimentares de larvas em ninhos de *Centris*, como o estudo de Dórea (2007) na Caatinga, que analisou uma quantidade menor de ninhos (n=28), identificando 39 tipos polínicos pertencentes a 16 famílias botânicas. O espectro polínico encontrado em provisões de ninhos de *C. analis* (n=32), obtidos em cultivo de acerola no domínio da Caatinga, em 12 meses de coleta, reconheceu 36 tipos de 20 famílias (Santos et al. 2013). Já em uma área de agroecossistema, próxima a remanescente de Mata Atlântica na Bahia, a investigação ao longo de um ano, identificou 80 tipos pertencentes a 29 famílias em 55 ninhos de *Centris* (Machado 2011), um número superior ao encontrado nas Dunas de Santo Antônio. De acordo com Rosa & Ramalho (2011), restingas e dunas apresentam menor oferta de recursos (néctar, pólen e óleo floral) por unidade de área em relação aos biomas interiores de matas e florestas na planície costeira, provavelmente respondendo ao gradiente ambiental. Logo, a menor diversidade de tipos polínicos encontrada nesse estudo, está relacionada a reduzida oferta de recursos tróficos, pois as dunas localizam-se próxima a costa onde, segundo o gradiente ambiental, se espera que flora apícola apresente menor riqueza de espécies.

T. diversipes foi a espécie de abelhas que revelou a maior amplitude de nicho trófico total ($H'=2,4$) e uniformidade ($J'=0,78$) nos recursos para alimentação larval quando comparados aos valores obtidos para os ninhos de *Centris*. Os valores para esses índices encontrados nos ninhos de *T. diversipes* nas Dunas de Santa Antônio também foram maiores que os valores obtidos em provisões larvais de ninhos de *T. diversipes* em agroecossistemas ($H'= 0,29$ a $0,65$; $J'= 0,44$ a $0,49$) (Neves et al. 2014) e em Mata Atlântica ($H'= 0,29$ a $0,65$; $J'= 0,44$ a $0,49$) (Menezes et al. 2012). Provavelmente *T. diversipes* apresentou o comportamento mais generalista (22 tipos polínicos), no forrageamento de recursos florais destinados à dieta de suas larvas,

quando comparada às populações estudadas em outras localidades. Segundo Faria (1994), em comunidades submetidas ao estresse, como interferências antrópicas ou situações climáticas adversas, usualmente o sistema de polinização é generalista.

Neste estudo *Croton* foi o tipo polínico com maior representatividade nas provisões de *T. diversipes*. A alta frequência e constância desse tipo polínico indicam o uso intensivo de *Croton* como fonte preferencial de pólen na dieta das larvas de *T. diversipes*. Outros autores fazem referência à interação de *Tetrapedia* com outras espécies de Euphorbiaceae (Armbruster & Herzig 1984; Alves-dos-Santos et al. 2002). Nos ninhos de *T. diversipes* coletados no campus da Universidade de São Paulo foram também encontrados grande quantidade de grãos de *Croton* (Alves-dos-Santos et al. 2002).

O tipo *Byrsonima sericea* embora tenha apresentado baixa frequência nos ninhos de *T. diversipes*, esteve presente em todas as amostras analisadas nesse estudo. A alta constância de tipos polínicos da família Malpighiaceae, aliado a baixa frequência de ocorrência (reduzido número de grãos de pólen) nas provisões larvais nos ninhos de *Tetrapedia*, sugere que essas plantas não são usualmente visitadas para obtenção do pólen, mas para a coleta de óleos florais, recurso essencial para a nidificação de *Tetrapedia* (Camilo 2005; Menezes et al. 2012; Neves et al. 2014).

As fêmeas de *T. diversipes* das Dunas de Santo Antônio concentraram as coletas de pólen no tipo *Croton* e as coletas de óleos florais no tipo *B. sericea* para as provisões de seus ninhos. Padrão semelhante ao observado em estudos em áreas de Floresta Atlântica, onde *T. diversipes* utilizou uma grande diversidade de plantas na dieta das suas larvas, entretanto a coleta de pólen esteve concentrada a família Euphorbiaceae e a coleta dos óleos florais aos tipos polínicos da família Malpighiaceae (Menezes et al. 2012).

Centris analis e *C. tarsata* utilizaram diferentes fontes de pólen, sugerindo uma provável partição de nicho trófico. Alguns atributos das abelhas ou das plantas podem influenciar no forrageamento do pólen (Thorp 1979), resultando no grau de sobreposição do nicho trófico, que no caso de *C. analis* e *C. tarsata* nesse estudo foi baixa ($S=0,17$), enquanto o agrupamento *C. tarsata* e *C. trigonoides* obteve o maior valor de sobreposição ($S=0,88$), sendo as três espécies de abelhas, em questão, de porte semelhante. Logo, o tamanho do corpo provavelmente não está atuando como um fator que agrupa essas espécies de abelhas, embora, Burkart et al. (2011)

afirmem que o tamanho do corpo é uma variável que parece influenciar na formação de subgrupos de abelhas. Uma outra possibilidade de se explicar diferentes valores de sobreposição encontrados nesse estudo, para alguns agrupamentos de *Centris*, poderiam estar relacionados a seleção de fontes de pólen através da escolha dos tipos de anteras (Burkart et al. 2011). Evidências também constatada no estudo de Rabelo et al. (2014a) que observou uma baixa similaridade no uso das fontes de pólen entre espécies de abelhas simpátricas, onde *C. analis* utilizou principalmente tipos polínicos de flores com anteras não poricidas, em contraste com *C. tarsata* que utilizou principalmente tipos polínicos de plantas com flores de antera poricida.

A abordagem contida no presente estudo disponibilizou informações inéditas a respeito da composição da dieta larval e compartilhamento de recursos tróficos da guilda de abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-existent em dunas costeiras. O conhecimento das fontes de recursos florais para as espécies de abelhas poderá auxiliar na conservação e manutenção da fauna e flora apícola desses ecossistemas, promovendo dessa forma a polinização nas áreas de dunas e restingas.

Referências bibliográficas

- Aguiar CML. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 457–467.
- Aguiar CML, Santos GMM. 2007. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera:Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. *Neotropical Entomology* 36:836-842
- Aguiar CML, Zanella FCV, Martins CF, Carvalho CAL. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp (Hymenoptera, Apidae, Centridini) para obtenção de recursos florais na caatinga. *Neotropical Entomology* 32:247-259
- Alves-dos-Santos I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43:191-223

- Alves-dos-Santos I, Melo GAR, Rozen Jr., JG. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates* 3377: 1–45
- Alves-dos-Santos I, Machado IC, Gaglianone MC. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecol. Bras.* 11:544-557
- Amaral-Neto LP, Westerkamp C, Melo GAR. 2015. From keel to inverted keel flowers: functional morphology of “upside down” papilionoid flowers and the behavior of their bee visitors. *Plant Systematics and Evolution* 301:2161-2178. doi:10.1007/s00606-015-1221-2
- Anderson WR. 1990. The Origin of the Malpighiaceae-The Evidence from Morphology. *Memoirs of the New York botanical garden* 64:210-224
- Armbruster WS, Herzig AL. 1984. Partitioning and sharing of pollinators by four sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71: 1–16.
- Buchmann,SL. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 343-369.
- Buchmann SL. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Jones CE e Litle JR (ed). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Van Nostrand Reibhold, pp 73-113
- Burkart A, Lunau K, Schlindwein C. 2011. Comparative bioacoustical studies on flight and buzzing of Neotropical bees. *Journal of Pollination Ecology* 6:118-124
- Camillo, E. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). *Revista Biología Tropical* 53:175–186.
- Campos ES. 2014. Biologia da nidificação de *Tetrapedia curvitaris* Friese (Apidae, Tetrapediini): fenologia, estrutura dos ninhos e nicho alimentar. PhD Thesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p 60.
- Carvalho PD, Borba EL, Lucchese A. 2005. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica* 19:209-214.
- Carvalho CAL, Marchini LC. 1999. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica* 22:333-338.

- Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. 1988. Pollen harvest by africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. *Apidologie* 19:1-24.
- Costa CBN, Costa JAS, Ramalho M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 103-114.
- Costa JAS, Ramalho M. 2001. Ecologia da polinização em duna tropical. *Sitientibus. Revista da Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil*, 01:141-153
- Couto RHN, Favoretto V, Almeida LF, Prandi DM, Andrade-Rodriguez LR. 1997. Insect pollination and plant guiding in *Galactia striata* (Jacq.) Urb. (Leguminosae). *Pasturas tropicales* 19: 51-54.
- Cruz AA, Dórea, MC, Lima LCL. 2015. Pollen types used by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (1874) (Hymenoptera, Apidae) in the provisioning of brood cells in an area of Caatinga. *Acta Bot. Bras.* 29:282-284.
- Dórea MC. 2007. O pólen armazenado por abelhas solitárias (Apidae, Centridini): estudo em uma área de caatinga na Bahia. M.Sc. Thesis, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, p 90.
- Dórea MC, Santos FAR, Lima LCL, Figueroa L. 2009. Análise Polínica do Resíduo Pós-emergência de Ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). *Neotropical Entomology* 38:197-202.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LER, Lima LCL, Santos FAR. 2010. Residual Pollen in Nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an Area of Caatinga Vegetation from Brazil. *Oecologia Australis* 14: 232-237.
- Dórea MC, Aguiar CML, Figueroa LHF, Lima LCL, Santos, FAR. 2013. A study of pollen residues in nest of *Centris trigonoides* Lapeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in Caatinga vegetation, Brazil. *Grana* 52: 122-128.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39:561-564.
- Faegri K, Iversen J (1975) *Textbook of pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford, 295p.
- Faria GM. 1994. A flora e a fauna apícola de um ecossistema de campo rupestre, Serra do Cipó - MG, Brasil: composição, fenologia e suas interações. PhD Thesis, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, p 239.

- Figueiredo N, Gimenes M, Miranda MD, Oliveira-Rebouças P. 2013. *Xylocopa* Bees in Tropical Coastal Sand Dunes: Use of Resources and Their Floral Syndromes. *Neotrop Entomol* 42:252-257. doi: 10.1007/s13744-013-0121-9.
- Franco EL, Aguiar CML, Ferreira V S, Oliveira-Rebouças PL. 2009. Plant Use and Niche Overlap Between the Introduced Honey bee (*Apis mellifera*) and the Native Bumblebee (*Bombus atratus*). *Sociobiology* 53:141-150.
- Freitas BM. 1991. Potencial da caatinga para produção de pólen e néctar para a exploração apícola. M. Sc. Thesis, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p140.
- Freitas BM, Silva E.M.S. 2006. Potencial apícola da vegetação do semiárido brasileiro. In: SANTOS, F.A.R. (ed.). *Apium Plantae*. Recife, Ministério da Ciência e Tecnologia, Série IMSEAR, vol. 3, pp 19-32.
- Gimenes M, Lobão C. 2006. A Polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por Abelhas (Apidae) na Restinga, BA. *Neotropical Entomology* 35:440-445.
- Gimenes M, Oliveira-Rebouças PL, Almeida GF. 2007. Estudo das interações entre abelhas e flores em um ecossistema de restinga na Bahia. *Sitentibus* 7:347-353.
- Gonçalves L, Silva CI, Buschini MLT. 2012. Collection of Pollen Grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): Is *C. tarsata* an Oligolectic or Polylectic Species? *Zoological Studies* 51:195-203.
- Guimarães EF, Saavedra MM, Costa, Gonçalves C. 2007. Frutos e sementes em *Schultesia* Mart. e *Xestaea* Griseb. (Gentianaceae). *Acta Bot. Bras.*21:309-323.
- Gressler E, Pizo MA, Morellato PC. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 509-530.
- Huchiston GE. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology* 52:415-427.
- Imperatriz-Fonseca VL, Ramalho M, Kleinert-Giovannini A. 1993. Abelhas sociais e flores – Análise polínica como método de estudo. In: Pirani JR, Cotopassi-Laurino M (eds) *Flores e Abelhas em São Paulo*. São Paulo: Edsp/FAPESP.
- Jones DG, Jones SD. 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotropical Entomology* 30: 341-350.

- Lacerda LD, Esteves FA. 2000. Restingas brasileiras: quinze anos de estudos; p. III-VI In Esteves FA, In: Lacerda L D (ed.). Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, p 446
- Lacerda LD, Esteves FA. 2000. Restingas brasileiras: quinze anos de estudos; p. III-VI In: Esteves FA, Lacerda LD (ed.) Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 446p.
- Laroca S.1974. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e Primeiro Planalto Paranaense. M.Sc. Thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, p 62.
- Lorenzo MCA, Matrangolo CAR, Schoererder JH. 2003. Flora Visitada por Abelhas Eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul – PI. Neurotropical Entomology 32:27-36.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiley e Sons, New York, p 339.
- Machado CS. 2011. Biologia de nidificação e dieta das larvas dos polinizadores efetivos de *Malpighia emarginata* D.C. em uma área restrita do Recôncavo da Bahia. PhD Thesis, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, p 91.
- Machado IC, Lopes AV. 2006. Melitofilia em espécies da caatinga em Pernambuco e estudos relacionados existentes no ecossistema. In: SANTOS, F.A.R. (ed.). Apium Plantae. Recife, Ministério da Ciência e Tecnologia, Série IMSEAR, vol. 3, pp 33-60
- Madeira-da-Silva MC. 2004. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em habitat de Restinga na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil: abundância, diversidade, sazonalidade e interações com as plantas. PhD Thesis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p 147.
- Madeira-da-Silva MC, Martins CF. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em uma área de Restinga (Praia de Interlagos, Cabedelo-PB, Brasil). Principia 7:40-51.
- Magurran AE. 2011. Medindo a diversidade biológica. Translation Vianna DM, UFPR Publisher, p 261.

- Marchini LC, Moreti AC. 2003. Comportamento de coleta de alimento por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) em cinco espécies de *Eucalyptus*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 11: 75-79.
- Mendes F, Rêgo M. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos armadilhas no Nordeste do Maranhão, Brasil. Rev Bras Ent 51: 382-388.
- Menezes GB, Gonçalves-Esteves V, Bastos EMAF, Augusto SC, Gaglianone MC. 2012. 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 56: 86–94.
- Menezes CM. 2007. A vegetação de restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da evolução quaternária da zona costeira: estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de São João, Bahia. M.Sc. Thesis, Universidade Federal da Bahia, p 96.
- Neff L, Simpson BB. 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae: Morphology, function and use in systematics. Journal of the Kansas Entomological Society 54: 95-123.
- Neves EL, Viana BF. 2002. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio São Francisco, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 46, p.571–578.
- Neves CML, Carvalho CAL, Machado CS, Aguiar CML, Sousa FSM. 2014. Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae:Tetrapediini) in a tropical agroecosystem. Grana 53:302-308 doi: 10.1080/00173134.2014.931455.
- Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC. 2007. Amplitude de Nicho e Similaridade no Uso de Recursos Florais por Abelhas Eussociais em uma Área de Cerrado. Bioscience Journal 23:45-51.
- Oliveira R, Schlindwein C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). Journal of Economic Entomology 102:265-273.
- Oliveira- Rebouças P, Gimenes M. 2011. Potential pollinators of *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) and *Chamaecrista ramosa* (Vog.) H.S. Irwin and Barneby var. *ramosa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), in restinga, Bahia, Brazil. Braz. J. Biol.71: 343-351.

- Pigozzo, CM, Viana BF, Silva FO (2006) A interação entre *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae) e seus visitantes nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. *Lundiana* 7:47-53.
- Pinheiro MCB, Ormond WT, Leite CO, Lima HA. 1988. Ecologia da Polinização de *Chamaecrista ramosa* (Vog.) Irwin e Barn. var. *ramosa*. *Rev. Brasil. Biol.* 48:665-672.
- Queiroz EP. 2007. Levantamento florístico e georreferenciamento das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. *Biotemas* 20:41–47.
- Queiroz EP, Cardoso DBOS, Ferreira MHSF. 2012. Composição florística da vegetação de restinga da APA Rio Capivara, Litoral Norte da Bahia, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 12:119–141.
- Rabelo LS, Vilhena AMGF, Bastos EMAF. 2012. Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae), an oil-collecting bee. *Journal of Natural History* 46:1129–1140.
- Rabelo LS, Vilhena AMGF, Bastos EMAF, Augusto SC. 2014a. Differentiated use of pollen sources by two sympatric species of oil-collecting bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Natural History* 48:1595-1609. doi: 10.1080/00222933.2014.886342.
- Rabelo LS, Vilhena AMGF, Bastos EMAF, Aguiar CML. 2014b. Oil-collecting bee-flower interaction network: do bee size and anther type influence the use of pollen sources? *Apidologie* 46:465-477. doi: 10.1007/s13592-014-0336-8.
- Ramalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL. 1990. Important bee plants for stingless bees (Meliponini and Trigonini) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie* 21:469-488.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A. 1991. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In A. R. Panizzi e J. R. P. Parra (Eds.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Editora Manole, São Paulo, pp 225–252.
- Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso das fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera, Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) no domínio tropical atlântico. *Neotropical Entomology* 36: 38-45.

- Ramalho M, Silva M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. *Sitientibus* 2:130-138.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A. 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae- Meliponinae). *Apidologie* 16: 307–330.
- Ramos M, Rêgo M, Albuquerque P. (2006) Ninhos-armadilha: um método de amostragem para o conhecimento da biologia e aumento da população dos polinizadores do murici. In : Rêgo MMC, Albuquerque PMC (Ed.) Polinização do Murici. pp 77-81.
- Rêgo MMC, Albuquerque PMC. 2006. Polinização do Murici. Ministério do Meio Ambiente, projeto Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Brasileira, EDUFMA, p104.
- Rêgo MMC, Albuquerque PMC, Ramos MC, Carreira LM. 2006. 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* 35:579-587.
- Rêgo M. 2008. Pollinators of nance (*Byrsonima crassifolia* L. rich, malpighiaceae): diversity of species, nest building and their sustainable use in agriculture in eastern Amazon. In: *Pollinators Management in Brazil*. Ministério do Meio Ambiente, pp 22-25.
- Ribeiro EKMD, Rêgo MMC, Machado ICS (2008) Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Botanica Brasilica* 22:165-171
- Rosa JF; Ramalho M (2011) The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. *Apidologie* 42:669-678
- Roubik DW, Moreno JE. 1991. *Pollen and Spores of Barro Colorado*. New York: Missouri Botanical Garden.
- Roubik DW, Villanueva-Gutierrez R. 2009. Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biol. J. Linn. Soc.* 98:152-160.
- Roubik DW. 1989. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. New York: Cambridge University Press, pp 514.

- Roulston TH, Cane JH, Buchmann SL (2000) What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? *Ecol Monogr* 70:617–643.
- Santos GM, Carvalho CAL, Aguiar CML, Macêdo LSSR, Mello MAR (2013) Overlap in trophic and temporal niches in the flower-visiting bee guild (Hymenoptera, Apoidea) of a tropical dry forest. *Apidologie* 44:64-74.
- Schlindwein C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, p.131-141.
- Schoener TW. 1968. The Anolis lizard of Bimini: Resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49:704-726.
- Shannon CE. 1948. The mathematical theory of communication. In: Shannon CE, Weaver W (eds.) *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbana, pp 3-91.
- Silva FHM. 2007. Contribuição à palinologia das caatingas. PhD Thesis, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, p182.
- Silva FO, Viana BF, Pigozzo CM. 2007. Floração, produção de néctar e abelhas visitantes de *Eriope blanchetii* (Lamiaceae) em dunas costeiras, Nordeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* 97:87-95.
- Silva M, Ramalho M, Aguiar CML, Silva MD. 2015. Apifauna (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga arbórea-mata atlântica na costa atlântica do Nordeste do Brasil. *Magistra* 27:110–121.
- Simpson BB, Neff JL. 1981. Floral rewards: Alternatives to pollen and nectar. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68:301-322.
- Silva-Pereira V, Alves-dos-Santos I, Malagodi-Braga KS, Contrera FAL. 2003 Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith (Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de *Sida* (Malvaceae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 427–432.
- Thorp R.W. 1979. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bee (Apoidea) for collecting pollen. *Annals of Missouri Botanical Garden*. St. Louis, 66:788-812.
- Townsend CR, Begon M, Harper JP (2006) *Fundamentos em Ecologia*. Editora ARTMED, Porto Alegre, 2th. edition, p 592.

- Vandenberg, J.D. 1985. Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Economic Entomology* 8:592-599.
- Viana BF, Kleinert AMP. 2006. Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 50:53–63.
- Viana BF, Silva FO, Kleinert AMP. 2006. A Flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica* 29:13–25
- Vilhena AMGF, Augusto SC. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. *Biosci. J.* 23:14-23.
- Vilhena AMGF. 2009. Polinizadores da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC., Malpighiaceae) em área do Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, nicho trófico, conservação e manejo. M. Sc. Thesis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p 72.
- Villanueva-Gutiérrez R, Roubik DW. 2004. Pollen sources of longtongued solitary bees (Megachilidae) in the biosphere reserve of Quitana Rôo, México, p.185-190. In Freitas BM, Pereira JOP (eds) *Solitary bees: conservation, rearing a management for pollination*. Imprensa Universitária, UFC, Fortaleza, p 285.
- Vinson SB, Williams HJ, Frankie GW, Shrum G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica*, 29:76-83.
- Wiese H. 1985. *Novo Manual de Apicultura*. Porto Alegre: Agropecuária.
- Winston ML. 1991. *The biology of the honey bee*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wongpiyasatid A, Hormchan P. 2001. Comparison of the single and double flowered *Portulaca* varieties in bee attraction. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 35: 8-13.

Tabela 2. Frequência (%) dos tipos polínicos encontrados em ninhos de abelhas solitária e frequência total (Ft) (%) dos tipos polínicos entre dezembro/2006 a novembro/2007, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia.

Tipos polínicos	Espécie de abelhas				Ft
	<i>C. tarsata</i>	<i>C. analis</i>	<i>C. trigonoides</i>	<i>T. diversipes</i>	
ANACARDIACEAE					
Tipo 1		0,01		0,03	0,01
ASTERACEAE					
<i>Elephantopus</i>				1,26	0,28
CONVOVULACEAE					
<i>Evovulus cordatus</i>				7,54	1,69
EUPHORBIACEAE					
<i>Croton</i>			0,02	17,59	3,96
FABACEAE-					
Caesalpinioideae					
<i>Chamaecrista ramosa</i>	71,23	2,16	84,27	8,74	41,28
Tipo 1			4,06	0,10	1,06
FABACEAE-Faboideae					
<i>Dioclea violacea</i>		2,56	0,12	3,92	1,62
FABACEAE-Mimosoideae					
Tipo 1		0,02			0,00
GENTIANACEAE					
<i>Schultesia doniana</i>				7,84	1,76
KRAMERIACEAE					
<i>Krameria baiana</i>		0,02	0,32		0,09
<i>Eriope blanchetii</i>	0,03	0,01		0,05	0,02
LYTHRACEAE					
<i>Cuphea brachiata</i>	5,57	0,12	2,14	1,23	2,21
MALPIGHIACEAE					
<i>Barnebya harleyi</i>		3,46		0,46	1,07
<i>Byrsonima sericea</i>	14,73	51,89	8,61	6,21	21,60
<i>Stigmaphyllon paraliens</i>		34,81	0,03	0,75	9,86

Tabela 2. Continuação

Tipos polínicos	Espécie de abelhas				Ft
	<i>C. tarsata</i>	<i>C. analis</i>	<i>C. trigonoides</i>	<i>T. diversipes</i>	
MELASTOMATACEAE					
<i>Comolia ovalifolia</i>	6,30	0,05			1,54
MYRTACEAE					
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,74			5,08	1,32
<i>Eucalyptus</i>	0,23		0,19	0,04	0,11
<i>Galactia martii</i>		4,89		0,37	1,44
POLYGALACEAE					
<i>Securidaca diversifolia</i>				0,24	0,05
PORTULACACEAE					
<i>Portulaca umbraticola</i>			0,01	14,87	3,34
RUBIACEAE					
<i>Borreria verticulata</i>		0,01		12,81	2,88
SOLANACEAE					
<i>Solanum paniculatum</i>	1,17		0,25		0,35
INDETERMINADA					
Indeterminado Tipo 1				0,07	0,02
Indeterminado Tipo2				10,24	2,30
Indeterminado Tipo3				0,54	0,12
Tipos polínicos (n)	8	13	11	22	26
Grãos de pólen (n)	10497	12036	11001	9726	43260
Índice de diversidade (H')	0,96	1,16	0,62	2,41	1,99
Índice de equitabilidade (J')	0,46	0,45	0,26	0,78	0,61

Tabela 3. Frequência (%) dos tipos polínicos encontrados em ninhos de abelhas das espécies *Centris tarsata*, *C. analis*, *C. trigonoides* e *Tetrapedia diversipes*, ao longo dos meses amostrados, abundância dos grãos de pólen, frequência total (Ft). E constância temporal (Ct) (%) de cada tipo polínico, categorias: muito constante (Ct > 75%), constante (75% - 50%); pouco constante (50% - 25%); ocasional (25% - 5%) e raro (<5%) entre dez/embro2006 a novembro/2007, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia.

Tipos Polínicos	Meses Amostrados										Grãos de pólen (n)	Ft	Ct	
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Nov				
ANACARDIACEAE														
Tipo 1				0,03			0,05					4	0,01	20
ASTERACEAE														
<i>Elephantopus</i>			0,77	0,91								123	0,29	20
CONVOVULACEAE														
<i>Evovulus cordatus</i>				1,88	23,59					5,11		733	1,70	20
EUPHORBIACEAE														
<i>Croton</i>		0,02	20,18	8,59						0,37		1713	3,97	40
FABACEAE-														
Caesalpinioideae														
<i>Chamaecrista ramosa</i>	71,21	69,33	3,44	30,89			37,06					17857	41,14	60
Tipo 1	3,05	1,37	0,21	0,01			0,00					457	1,06	40

Tabela 3.- Continuação

Tipos Polínicos	Meses amostrados										Grãos de pólen (n)	Ft	Ct
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Nov			
FABACEAE-Faboideae													
<i>Dioclea violacea</i>	0,06	0,08	0,26				13,30		1,49	32,71	702	1,59	60
FABACEAE-Mimosoideae													
Tipo 1			0,02	0,01							2	0,00	20
GENTIANACEAE													
<i>Schultesia doniana</i>				7,73						0,19	763	1,77	20
INDETERMINADA													
Tipo 1				0,07							7	0,02	10
Tipo2				10,12							996	2,31	10
Tipo3				0,02	2,44						53	0,12	20
KRAMERIACEAE													
<i>Krameria baiana</i>		0,01	0,07	0,35							38	0,09	30
LAMIACEAE													
<i>Eriope blanchetii</i>				0,05		0,14	0,05				9	0,02	30

Tabela 3.- Continuação

Tipos Polínicos	Meses Amostrados										Grãos de pólen (n)	Ft	Ct	
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Nov				
LYTHRACEAE														
<i>Cuphea brachiata</i>	1,88	4,72	2,04	1,75	0,10	3,87	0,09					954	2,21	70
MALPIGHIACEAE														
<i>Barnebya harleyi</i>			2,36	0,15	0,29	0,00	8,25	1,83	12,36	0,37		461	1,07	70
<i>Byrsonima sericea</i>	16,39	22,34	21,61	3,78	50,81	34,76	56,54	86,75	24,16	4,28		9342	21,66	100
<i>Stigmaphyllon paralians</i>	1,20	0,06	48,08	10,96	4,83	19,48	20,55	1,22	0,28	0,56		4266	9,89	100
MELASTOMATAACEAE														
<i>Comolia ovalifolia</i>	6,11		0,12	0,01								667	1,55	30
MYRTACEAE														
<i>Campomanesia</i>														
<i>dichotoma</i>			0,70	4,59	0,19	3,59				0,74		572	1,33	50
<i>Eucalyptus</i>				0,21	0,19	1,10						49	0,11	30
<i>Galactia martii</i>		0,41		0,01			1,14		52,42			625	1,45	40
POLYGALACEAE														
<i>Securidaca diversifolia</i>				0,10						1,21		23	0,05	20
PORTULACACEAE														
<i>Portulaca umbraticola</i>		0,01		11,77						26,77		1447	3,36	30

Tabela 3.- Continuação

Tipos Polínicos	Meses Amostrados										Grãos de pólen (n)	Ft	Ct
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Nov			
RUBIACEAE													
<i>Borreria verticulata</i>		0,06	0,14	5,79	17,56		0,05			27,70	1247	2,89	50
SOLANACEAE													
<i>Solanum paniculatum</i>	0,11	1,59		0,02							150	0,35	30
Tipos polínicos (n)	8	12	14	25	9	7	9	3	6	11	26		
Grãos de pólen (n)	10825	8566	4272	9841	2090	2172	2195	1147	1076	1076	43260		
Índice de diversidade (H')	0,95	0,90	1,42	2,20	1,28	1,36	1,19	0,48	1,24	1,53	1,99		
Índice de equitabilidade (J')	0,46	0,36	0,54	0,67	0,58	0,70	0,54	0,35	0,69	0,64	0,61		

Tabela 4. Matriz de similaridade (Coeficiente de Sorensen) das espécies de abelhas solitárias com base nos resíduos polínicos de ninho na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia, dezembro/2006 a novembro/2007.

	<i>Centris analis</i>	<i>Centris trigonoides</i>	<i>Tetrapedia diversipes</i>
<i>Centris tarsata</i>	0,42	0,47	0,26
<i>Centris analis</i>		0,33	0,41
<i>Centris trigonoides</i>			0,38

Tabela 5. Matriz de similaridade (Coeficiente de Bray-Curtis) das espécies de abelhas solitárias com base nos resíduos polínicos de ninho na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia, dezembro/2006 a novembro/2007.

	<i>Centris analis</i>	<i>Centris trigonoides</i>	<i>Tetrapedia diversipes</i>
<i>Centris tarsata</i>	0,16	0,81	0,16
<i>Centris analis</i>		0,11	0,12
<i>Centris trigonoides</i>			0,15

Tabela 6. Matriz de sobreposição de nicho trófico (Índice de Schoener) das espécies de abelhas solitárias com base nos resíduos polínicos de ninho nas Dunas de Santo Antônio, Bahia, dezembro/2006 a novembro/2007.

	<i>Centris analis</i>	<i>Centris trigonoides</i>	<i>Tetrapedia diversipes</i>
<i>Centris tarsata</i>	0,17	0,82	0,17
<i>Centris analis</i>		0,11	0,13
<i>Centris trigonoides</i>			0,17

Tabela 7. Frequência (%), constância amostral (C) e constância temporal (Ct) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris tarsata* na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, entre dezembro/2006 a novembro/2007. Os números em romano representam os ninhos individualizados.

Tipos polínicos	Dez (2006)				Jan (2007)			Fev (2007)	Mar (2007)	Mai (2007)	C	Ct
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	XI	X		
FABACEAE-Caesalpinioideae												
<i>Chamaecrista ramosa</i>	83,3	30,42	86,99	87,38	64,99	75,02	95,98	13,71	91,93	80,26	100	100
LAMIACEAE												
<i>Eriope blanchetii</i>										0,3	10	20
LYTHRACEAE												
<i>Cuphea brachiata</i>	2,78	1,47	2,6	2,2	18,04	3,8	3,74	5,95	7,06	8,37	100	100
MALPIGHIACEAE												
<i>Byrsonima sericea</i>	13,91	3,24	10,41	10,42	16,97	9,17	0,28	80,34	1,01	0,9	100	100
MELASTOMATACEAE												
<i>Comolia ovalifolia</i>		64,87									10	20
MYRTACEAE												
<i>Campomanesia dichotoma</i>										7,78	10	20
<i>Eucalyptus</i>										2,39	10	20

Tabela 7. Continuação

Tipos Polínicos	DEZ (2006)				JAN (2007)			FEV (2007)	MAR (2007)	MAI (2007)	C	Ct
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	XI	X		
SOLANACEAE												
<i>Solanum paniculatum</i>								12			10	20
Grãos de pólen (n)	1078	1019	1076	1046	1031	1025	1070	1058	1091	1003		
Tipos polínicos (n)	3	4	3	3	3	4	3	3	3	6		
Índice de diversidade (H')	0,53	0,82	0,45	0,44	0,89	0,81	0,18	0,62	0,31	0,73		
Índice de equitabilidade (J')	0,48	0,59	0,41	0,4	0,81	0,59	0,16	0,56	0,28	0,41		

Tabela 8. Frequência (%), constância amostral (**C**) e constância temporal (**Ct**) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris analis* na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, entre dezembro/2006 a novembro/2007. Frequência, constância amostral e constância temporal nos meses amostrados. Os números em romano representam os ninhos individualizados.

Tipos polínicos	Dez	Jan	Fev		Mar	Abr	Ma	Jun		Jul	Set	C	CT
	(2006)	(2007)	(2007)	IV	(2007)	(2007)	(2007)	VIII	IX	(2007)	(2007)		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
ANACARDIACEAE													
Tipo 1								0,09				9,1	11
FABACEAE-Caesalpinioideae													
<i>Chamaecrista ramosa</i>	3,69									10,2	9,29	27,3	33
FABACEAE-Faboideae													
<i>Dioclea violácea</i>								0,52	27,69		1,49	27,3	22
<i>Galactia martii</i>									2,42		52,42	18,2	22
FABACEAE-Mimosoideae													
Tipo 1			0,09		0,1							18,2	22
KRAMERIACEAE													
<i>Krameria baiana</i>			0,18	0,09								18,2	11

Tabela 8. Continuação

Tipos polínico	Dez	Jan	Fev		Mar	Abr	Ma	Jun		Jul	Set	C	CT
	(2006)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)	(2007)		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
LAMIACEAE													
<i>Eriope blanchetii</i>								0,09				9,1	11
LYTHRACEAE													
<i>Cuphea brachiata</i>	0,09		0,18		0,87			0,17				36,4	44
MALPIGHIACEAE													
<i>Barnebya harleyi</i>			0,18	7,43				1,55	15,78	1,83	12,36	54,5	44
<i>Byrsonima sericea</i>	85,08	100	0,28			90,94	63,82	96,39	11,71	86,75	24,16	81,8	89
<i>Stigmaphyllon paralias</i>	11,15		98,71	92,38	98,93	9,06	36,18	1,12	42,4	1,22	0,28	90,9	89
MELASTOMATAACEAE													
<i>Comolia ovalifolia</i>			0,37	0,09	0,1							27,3	22
RUBIACEAE													
<i>Borreria verticulata</i>								0,09				9,1	11
Grãos de pólen (n)	4	1	7	4	4	2	2	8	5	4	6		
Tipos polínicos (n)	1166	1024	1082	1063	1032	1082	1169	1162	1033	1147	1076		
Índice de diversidade (H')	0,51	0	0,09	0,28	0,07	0,3	0,65	0,21	1,35	0,48	1,24		

Tabela 8. Continuação

	Dez (2006)	Jan (2007)	Fev (2007)		Mar (2007)	Abr (2007)	Ma (2007)	Jun (2007)		Jul (2007)	Set (2007)		
Tipos polínico	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	C	CT
Índice de equitabilidade (J')	0,37	0	0,05	0,2	0,05	0,44	0,94	0,1	0,84	0,35	0,69		

Tabela 9. Frequência (%), constância amostral (C) e constância temporal (Ct) dos tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Centris trigonoides* na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, entre dezembro/2006 a novembro/2007. Os números em romano representam os ninhos individualizados.

Tipos Polínicos	Dez (2006)					Jan (2007)			Mar (2007)		Ca	Ct
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
EUPHORBIACEAE												
<i>Croton</i>							0,18				10	33
FABACEAE-												
Caesalpinioideae												
<i>Chamaecrista ramosa</i>	91,68	74,26	94,90	73,93	92,04	69,95	88,33	76,78	98,06	86,19	100	100
Tipo1		15,54		11,09	2,04			10,06			40	67
FABACEAE-Faboideae												
<i>Dioclea violacea</i>				0,46			0,37	0,26			30	67
KRAMERIACEAE												
<i>Krameria baiana</i>							0,09			3,17	20	67
LYTHRACEAE												
<i>Cuphea brachiata</i>	3,72	0,67	2,14	2,22	1,02	2,08	2,76	2,41	1,77	2,61	100	100
MALPIGHIACEAE												
<i>Byrsonima sericea</i>	4,60	8,96	2,96	12,23	4,44	27,51	7,72	9,97		6,06	90	100

Tabela 9. Continuação

Tipos Polínicos	dez (2006)					Jan (2007)			Mar (2007)		Ca	Ct
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<i>Stigmaphyllon paraliens</i>							0,28				10	33
MYRTACEAE												
<i>Eucalyptus</i>										1,96	10	33
PORTULACACEAE												
<i>Portulaca umbraticola</i>							0,09				10	33
SOLANACEAE												
<i>Solanum paniculatum</i>		0,57		0,08	0,46	0,45	0,18	0,52	0,18		70	100
Grãos de pólen (n)	1022	1049	982	1307	1080	1105	1088	1163	1133	1072		
Tipos polínicos (n)	3	5	4	5	5	4	9	6	3	5		
Índice de diversidade (H')	0,34	0,79	0,24	0,83	0,37	0,71	0,48	0,80	0,10	0,58		
Índice de equitabilidade (J')	0,31	0,49	0,18	0,52	0,23	0,51	0,22	0,44	0,09	0,36		

Tabela 10. Frequência (%), constância amostral (**C**) e constância temporal (**Ct**) Tipos polínicos encontrados nos ninhos de *Tetrapedia diversipes*, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Mata de São João, Bahia, entre dezembro/2006 a novembro/2007. Os números em romano representam os ninhos individualizados.

Tipos polínicos	Jan (2007)	Fev (2007)	Mar (2007)					Abr (2007)	Nov (2007)	Ca	Ct
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ANACARDIACEAE											
Tipo 1							0,27			11,1	20,0
CONVOVULACEAE											
<i>Evovulus cordatus</i>				1,60			15,43	48,91	5,11	44,4	60,0
EUPHORBIACEAE											
<i>Croton</i>		80,64	48,46	1,10		9,73	19,18		0,37	66,7	60,0
FABACEAE-											
Caesalpinioideae											
<i>Chamaecrista ramosa</i>	79,81	0,19			0,16					33,3	60,0
Tipo 1		0,84	0,09							22,2	40,0
FABACEAE-Faboideae											
<i>Dioclea violacea</i>		1,03	0,09	0,90	0,48	0,09	0,09		32,71	77,8	60,0
<i>Galactia martii</i>	3,30		0,09							22,2	40,0

Tabela 10. Continuação

	Jan (2007)	Fev (2007)	Mar (2007)					Abr (2007)	Nov (2007)		
Tipos polínicos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Ca	Ct
GENTIANACEAE											
<i>Schultesia doniana</i>			24,70	0,70		14,97	29,86		0,19	55,6	40,0
LAMIACEAE											
<i>Eriope blanchetii</i>			0,28				0,18			22,2	20,0
LYTHRACEAE											
<i>Cuphea brachiata</i>	5,47	2,06	0,09	2,70	0,56		0,27	0,20		77,8	80,0
MALPIGHIACEAE											
<i>Barnebya harleyi</i>		1,87	0,19	1,00	0,24			0,60	0,37	66,7	80,0
<i>Byrsonima sericea</i>	10,75	6,55	14,31	2,40	4,52	2,30	3,38	7,74	4,28	100,0	100,0
<i>Stigmaphyllon paralias</i>	0,19	0,37	2,06	3,20	0,16	0,18		0,30	0,56	88,9	100,0
MYRTACEAE											
<i>Campomonesia</i>											
<i>dichotoma</i>		2,81	0,09	0,40	35,48			0,40	0,74	66,7	80,0
<i>Eucalyptus</i>								0,40	0,00	11,1	20,0
POLYGALACEAE											
<i>Securidaca diversifolia</i>				1,00					1,21	22,2	40,0

Tabela 10. Continuação

	Jan (2007)	Fev (2007)	Mar (2007)					Abr (2007)	Nov (2007)		
Tipos polínicos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Ca	Ct
PORTULACACEAE											
<i>Portulaca umbraticola</i>				71,30	35,32				26,77	33,3	40,0
RUBIACEAE											
<i>Borreria verticulata</i>	0,47	0,56	0,47	13,70	23,10	11,29	1,28	36,41	27,70	100,0	100,0
Indeterminado											
Tipo 1			0,65							11,1	20,0
Indeterminado											
Tipo2						61,25	30,05			22,2	20,0
Indeterminado											
Tipo3						0,18		5,06		22,2	40,0
Grãos de pólen (n)	1060	1069	1069	1000	1260	1089	1095	1008	1076		
Tipos polínicos (n)	6	11	14	12	9	8	10	9	11		
Índice de diversidade (H')	0,73	0,86	1,38	1,12	1,30	1,17	1,55	1,17	1,53		
Índice de equitabilidade (J')	0,41	0,36	0,52	0,45	0,59	0,56	0,67	0,53	0,64		

Tabela 11. Grupos vegetais abordados neste estudo e suas recompensas florais

Fontes de Recursos	Recursos oferecidos	Referências
ASTERACEAE		
<i>Elephantopus</i>	Néctar/Pólen	Silva-Pereira et al. 2003; Madeira -da-Silva 2004
CONVOVULACEAE		
<i>Evovulus</i>	Néctar	Aguiar, 2003
EUPHORBIACEAE		
<i>Croton</i>	Pólen/Néctar	Freitas e Silva; 2006; Figueiredo et al 2013
FABACEAE- Caesalpinioideae		
<i>Chamaecrista</i>	Pólen	Oliveira-Rebouças e Gimenes 2011, Pinheiro et al 1988
FABACEAE-Faboideae		
<i>Dioclea</i>	Néctar	Amaral-Neto et al. 2015
GENTIANACEAE		
<i>Schultesia</i>		Guimarães et al 2007
KRAMERIACEAE		
<i>Krameria</i>	Óleo	Machado e Lopes, 2006; Gimenes e Lobão, 2006
LAMIACEAE		
<i>Eriope</i>	Néctar	Silva et al 2007
LYTHRACEAE		
<i>Cuphea</i>	Néctar	Pigozzo et al 2006
MALPIGHIACEAE		
<i>Barnebya</i>	Óleo	Buchmann, 1987
<i>Byrsonima</i>	Óleo/Pólen	Costa et al. 2006; Ramalho e Silva 2002
<i>Stigmaphyllon</i>	Óleo	Machado e Lopes, 2006; Carvalho et al. 2005
MELASTOMATACEAE		
<i>Comolia</i>	Pólen	Oliveira-Rebouças e Gimenes 2004
MYRTACEAE		
<i>Campomanesia</i>	Pólen	Gressler et al. 2006
<i>Eucalyptus</i>	Néctar/Pólen	Marchini eMoreti 2003
<i>Galactia</i>	Pólen/Néctar	Couto et al., 1997

Tabela 11. Continuação

Fonte de Recurso	Recurso oferecido	Referências
POLYGALACEAE		
<i>Securidaca</i>	Néctar	Rêgo 2008
PORTULACACEAE		
<i>Portulaca</i>	Pólen/Néctar	Verma <i>apud</i> Wongpiyasatid e Hormchan, 2001
RUBIACEAE		
<i>Borreria</i>	Pólen/Néctar	Freitas e Silva, 2006
SOLANACEAE		
<i>Solanum</i>	Pólen	Aguiar et al. 2003

Figura 1. Tipos polínicos presentes em ninhos de abelhas solitárias em dunas costeiras, Mata de São João, Bahia, entre dez/2006 à Nov/2007. **A.** *Comolia ovalifolia**. **B.** *Eriope blanchetii**. **C.** *Byrsonima sericea*. **D.** *Eucalyptus*-Tipo. **E.** *Cuphea brachiata**. **F.** *Chamaecrista ramosa*. **G.** *Solanum paniculatum*. **H.** *Campomanesia dichotoma**. **I.** *Dioclea violacea**. **J.** *Galactia martii*. **K.** *Stigmaphyllon paralias**. **L.** *Barnebya harleyi**. **M.** *Portulaca umbraticola*. **N.** *Croton*-Tipo. **O.** *Schultesia doniana**. **P.** *Borreria verticillata*. **Q.** *Elephantopus* – Tipo. **R.** *Securidaca diversifolia*. **S.** *Krameria bahiana**. **T.** *Evolvulus cordatus**. (Escala = 10 µm), * espécies endêmicas do Brasil.

Figura 2. Percentual do total dos tipos polínicos encontrados em ninhos de abelhas das espécies *Centris tarsata*, *Centris analis*, *Centris trigonoides* e *Tetrapedia diversipes*, em cada um dos dez meses de amostragem, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia (2006/2007).

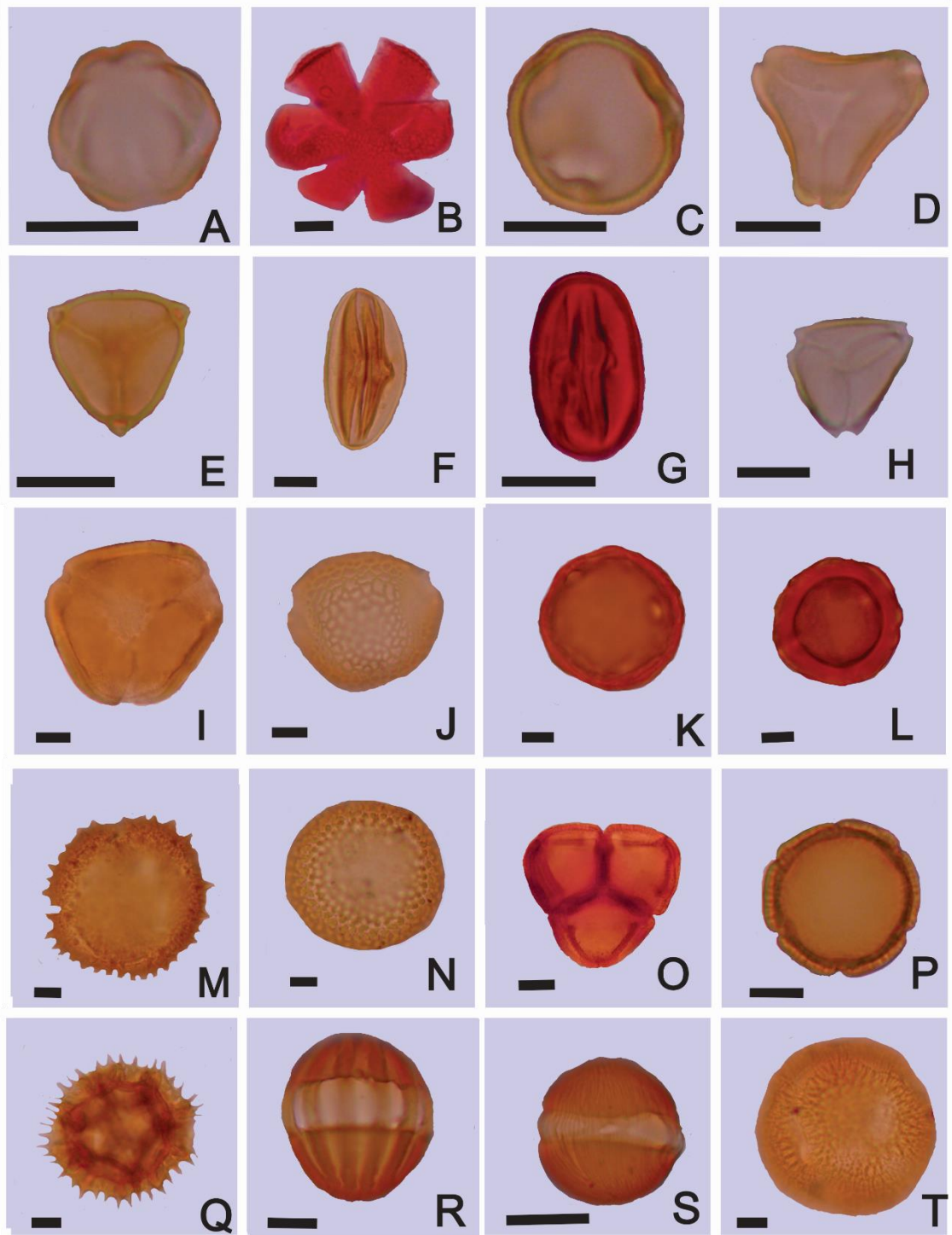


Figura 1. Tipos polínicos presentes em ninhos de abelhas solitárias em dunas costeiras, Mata de São João, Bahia, entre dez/2006 à Nov/2007. **A.** *Comolia ovalifolia**. **B.** *Eriope blanchetii**. **C.** *Byrsonima sericea*. **D.** *Eucalyptus*-Tipo. **E.** *Cuphea brachiata**. **F.** *Chamaecrista ramosa*. **G.** *Solanum paniculatum*. **H.** *Campomanesia dichotoma**. **I.** *Dioclea violacea**. **J.** *Galactia martii*. **K.** *Stigmaphyllon paralias**. **L.** *Barnebya harleyi**. **M.** *Portulaca umbraticola*. **N.** *Croton*-Tipo. **O.** *Schultesia doniana**. **P.** *Borreria verticillata*. **Q.** *Elephantopus* - Tipo. **R.** *Securidaca diversifolia*. **S.** *Krameria bahiana**. **T.** *Evolvulus cordatus**. (Escala = 10 µm), * espécies endêmicas do Brasil.

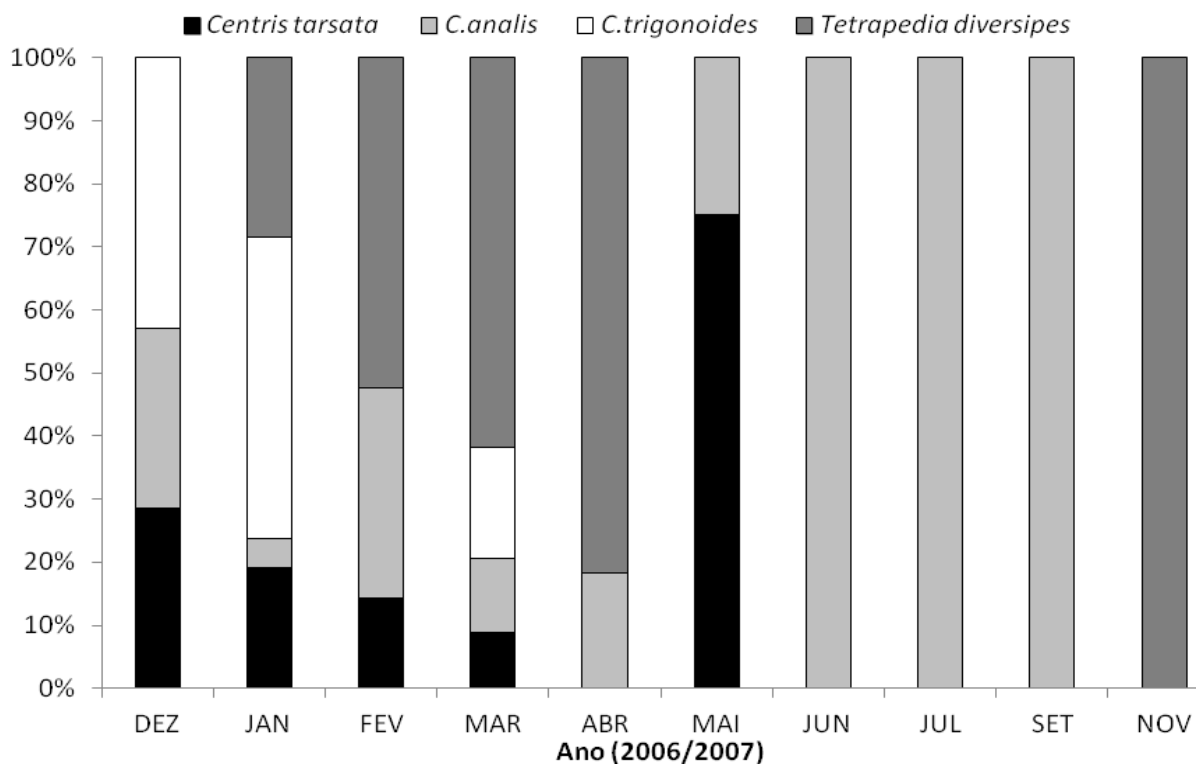


Figura 2. Percentual do total dos tipos polínicos encontrados em ninhos de abelhas das espécies *Centris tarsata*, *Centris analis*, *Centris trigonoides* e *Tetrapedia diversipes*, em cada um dos dez meses de amostragem, na RPPN Dunas de Santo Antônio, Bahia (2006/2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo apresentou informações relevantes sobre a comunidade de abelhas silvestres das Dunas de Santo Antônio que poderão colaborar para a ampliação do conhecimento sobre a apifauna e flora apícola dos ambientes costeiros. Além disso, também foram observados aspectos relacionados à nidificação de abelhas que ocupam cavidades preexistentes e às fontes de recursos tróficos utilizadas na alimentação das larvas.

Dentre as 73 espécies identificadas nesse estudo, *Xylocopa cearensis* e *Centris decolorata* foram as espécies de abelhas que mais se destacaram, por serem as espécies mais abundantes, dominantes e constantes principalmente nas flores de *Chrysobalanus icaco*, *Cuphea brachiata*, *Waltheria cinerescens*, *Chamaecrista ramosa*, *Humiria balsamifera*. Dentre essas espécies vegetais têm-se importantes fontes de néctar e pólen, recursos alimentares essenciais para as abelhas nas fases adulta e larval.

Foi constatado que as fontes tróficas utilizadas pelas abelhas se concentraram em poucas espécies vegetais, mas muitas abelhas compartilharam os mesmos recursos. No entanto, foram obtidos baixos valores de sobreposição de nicho trófico e baixos valores de similaridade de fontes tróficas. Isso pode ser explicado pela preferência de algumas espécies de abelhas por plantas específicas.

Dentre as abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes e residem na área de estudo, *Centris analis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *Tetrapedia diversipes* foram as espécies inventariadas através da utilização do método dos ninhos-armadilha. *Centris tarsata* se destacou pelo número de ninhos fundados e pela grande quantidade de indivíduos produzidos em relação as outras espécies de abelhas. *Centris tarsata* é uma abelha comum em estudos feitos em áreas naturais (Silva et al.,2001, Aguiar e Garofalo, 2004), sendo também considerada uma espécie com potencial para o manejo (Garofalo et al.,2012).

A captura de abelhas em flor pode fornecer importantes informações que ajudam no conhecimento das fontes de recursos tróficos e compreensão das relações tróficas estabelecidas por esses organismos. As informações contidas nos resíduos e provisões polínicos dos ninhos de abelhas também podem auxiliar no

entendimento das interações tróficas. Nas Dunas de Santo Antônio a análise de resíduos polínicos dos ninhos de *C. tarsata* revelaram que as espécies vegetais *C. ramosa* e *Byrsonima sericea* são importantes para dieta das suas larvas. Além disso, a alta de sobreposição de nicho trófico das abelhas *C. tarsata* e *C. trigonoides* provavelmente aconteceu devido ao compartilhamento das fontes de recursos alimentares principalmente da Família Fabaceae. Já a dieta das larvas de *C. analis* e *Tetrapedia diversipes* se concentram em tipos polínicos da Família Malpighiaceae e Euphorbiaceae respectivamente. Essas análises revelaram uma distinção dentro de cada amostra nos ninhos, as fontes de recursos tróficos para a dieta larval dessas espécies de abelhas.

A análise da dieta alimentar tanto de larvas como de adultos realizadas nesse estudo, assim como aspectos relacionados a biologia de nidificação das abelhas que utilizam cavidades preexistentes, podem ajudar a nortear ações que envolvam a manutenção dessas populações de abelhas tanto em seu ambiente original, quanto em uma situação de repovoamento de áreas naturais ou cultivadas.

Referências Bibliográficas

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

GAROFALO CA, MARTINS, CF, AGUIAR, CML, DEL LAMA MA, ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (orgs.). **Polinizadores do Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p. 183-203.

RIBEIRO, E.K.M.D.; RÊGO, M.M.C.; MACHADO I.C.S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**. v.22, p.165-171, 2008.

SILVA, F.O.; VIANA, B. F.; NEVES, E.L. Biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 30, p.541–545, 2001.