



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**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).**

CLÁUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS

FEIRA DE SANTANA
MARÇO/ 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

CLÁUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS

**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 apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zoologia, Universidade Estadual
de Feira de Santana, para
obtenção do título de Mestre em
Zoologia.

Orientadora: Dr^a. Cândida Maria Lima Aguiar

FEIRA DE SANTANA
MARÇO/ 2013

CLAUDIA OLIVEIRA DOS SANTOS

**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 apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zoologia da Universidade Estadual
de Feira de Santana, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Zoologia.

Feira de Santana, 22 de março de 2013.

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

Dra. Isabel Alves dos Santos
Universidade de São Paulo (USP)

Dra. Miriam Gimenes
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S234i Santos, Claudia Oliveira dos
Influência do comprimento do ninho-armadilha na seleção das cavidades para nidificação, na mortalidade da prole e na razão sexual de abelhas solitárias (*Hymenoptera: Apidae*). / Claudia Oliveira dos Santos. – Feira de Santana, 2013.
53 f. : il.

Orientadora: Cândida Maria Lima Aguiar

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, 2013.

1.Abelhas solitárias – Mortalidade. 2.Biologia de nidificação. 3.Abelhas – Ninhos-armadilhas. 4.Polinizadores de culturas. I.Aguiar, Cândida Maria Lima. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 595.79

*Dedico a Deus, por ser luz e força na
minha vida!*

*Aos meus pais, Camilo dos Santos (in
memórian) e Maria das Neves Oliveira
dos Santos, em reconhecimento a toda
uma vida de apoio, incentivo, paciência
e amor.*

AGRADECIMENTO

À Professora Dr^a. Cândida Maria Lima Aguiar pela oportunidade de sua orientação, pela confiança depositada desde o primeiro momento e por todo incentivo, apoio e aprendizado.

A minha família pelo incentivo e confiança. Em especial à minha por toda força e dedicação. Aos meus sobrinhos, Camilinha, Carlinhos e Henrique por toda demonstração de carinho. A minha cunhada Elivanda pelo apoio e amizade.

Ao pessoal do Laboratório de Entomologia (LENT): Ao biólogo Edney e técnico Cleverson pela disponibilidade e ajuda constante. A Dr^a Maise pelas importantes sugestões e pelo auxílio no campo e na identificação das abelhas. Ao Professor Dr. Paulo Enrique Cardoso Peixoto, por toda paciência e auxílio na realização das análises estatísticas. A Professora Dr^a Miriam Gimenes pelos valiosos ensinamentos proporcionados através das agradáveis conversas, pelos constantes incentivos a leitura e incontáveis momentos de aprendizado. Aos estagiários que colaboraram durante o trabalho de campo, em especial, Alex que muito me ajudou na abertura dos ninhos e Rauf que participou da confecção dos tubos.

Ao biólogo Mazinho pela disponibilidade e por permitir o uso da lupa, para captura de imagens das abelhas e dos ninhos.

A minha querida tradutora, Daiane.

Ao meu grande amigo e incentivador, Tiago Rozario.

A Silvia Santos, protagonistas de tantas histórias criativas, meu muito obrigado pela parceria e amizade estabelecida durante este período.

A amiga Carmem Lucia, por todas as experiências compartilhadas.

Aos colegas do curso, pelo agradável convívio, em especial, a Janete Jane, Leonardo Macedo, Anderson Medina, Augusto Junior, Sofia, Danielle Mendes e Shantala Lua. Não somente pela ajuda nas atividades de campo e laboratório ou por terem participado da “Terapia do tubinho”, mas por tornarem os momentos de trabalho tão mais agradável e divertido.

Ao proprietário e funcionários da Chácara Bocaiúvas Orgânicos e aos moradores do distrito de Maria Quitéria, em especial, aos donos do pomar de acerola, Dona Eliete Santos e família, pela concessão do local para a realização desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zoologia da UEFS, pelas enriquecedoras discussões em laboratório e por compartilharem seu conhecimento e sabedoria, contribuindo para minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Mestrado concedida e apoio financeiro.

À Universidade Estadual de Feira Santana e ao Laboratório de Entomologia / UEFS, por disponibilizar a estrutura física e pela logística necessária para realização deste estudo.

À Deus.

SUMÁRIO

Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	viii
Resumo	x
Abstract	xi
Introdução.....	12
Objetivo Geral	18
Objetivos Específicos.....	18
Material e Métodos	19
Área de estudos	19
Amostragem	20
Análise dos dados	21
Resultados.....	23
Utilização das cavidades artificiais por abelhas solitárias	23
Aspectos temporais da atividade de nidificação	26
Mortalidade e parasitismo	31
Razão sexual	35
Discussão	37
Referências Bibliográficas	46

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Número de ninhos de abelhas estabelecidos mensalmente, temperatura média, umidade e precipitação mensal, de outubro/2011 a setembro/2012, no distrito de Maria Quitéria, Feira de Santana, Bahia. 27
- Figura 2.** Número de ninhos de abelhas estabelecidos mensalmente, temperatura média, umidade e precipitação mensal, de outubro/2011 a setembro/2012, no distrito de Humildes, Feira de Santana, Bahia. 28
- Figura 3.** Número de ninhos ocupados em relação a dados de (A) temperatura e (B) precipitação, apresentando dois outliers (pontos extremos). 29
- Figura 4.** Percentual de mortalidade em função dos diferentes comprimentos dos ninhos-armadilha. 33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Número de ninhos de abelhas solitárias obtidos em ninhos-armadilha, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, na região de Feira de Santana, BA.	24
Tabela 2.	Número de células construídas por abelhas solitárias em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, na região de Feira de Santana, BA.	25
Tabela 3.	Abundância mensal de ninhos de abelhas nidificantes em cavidades preexistentes, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, em Feira de Santana, BA.	28
Tabela 4.	Resumo dos modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson, que descrevem a relação entre o número de ninhos ocupados, temperatura e precipitação, usando o local de estudo e o gênero como co-variáveis. Os modelos são classificados em ordem crescente de valores AIC_C	30
Tabela 5.	Resumo dos modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson, que descrevem a relação entre o número de ninhos ocupados, temperatura e precipitação, usando o local de estudo e o gênero como co-variáveis. Neste caso, foram removidos os dois outliers. Os modelos são classificados em ordem crescente de valores AIC_C	30
Tabela 6.	Mortalidade da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, em diferentes estágios de desenvolvimento, em duas áreas rurais de Feira de Santana, Bahia. (O = ovo, L	

	= larva, P = pupa, A= adulto).	32
Tabela 7.	Numero de células construídas, de imagos emergentes e taxa de mortalidade por causas desconhecidas da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha em duas áreas rurais de Feira de Santana, Bahia.	32
Tabela 8.	Frequência de mortalidade da prole de abelhas solitárias em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, em duas localidades, no período de outubro de 2011 a setembro de 2012.	33
Tabela 9.	Espécies de Hymenoptera cleptoparasitas e respectivas espécies hospedeiras, em ninhos-armadilha em duas localidades na região de Feira de Santana, Bahia.	34
Tabela 10.	Número de fêmeas e machos produzidos e razão sexual de espécies de abelhas em diferentes comprimentos de ninhos-armadilha em Feira de Santana, BA.	36

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a utilização de cavidades de diferentes comprimentos para confecção de ninhos e os efeitos do tamanho da cavidade sobre a razão sexual e mortalidade da prole de abelhas solitárias. O estudo foi conduzido em duas áreas agrícolas no município de Feira de Santana, Bahia. Foram realizadas amostragens mensais durante 12 meses, usando ninhos-armadilha (NA) de comprimento 5, 10, 15 e 20 cm. Foram obtidos 124 ninhos, 591 células de cria construídas e 479 imagos emergentes. Houve maior número de nidificações na área I (n=86) do que na área II (n= 38). *Centris analis* Fabricius 1804, *Centris tarsata* Smith, 1874 e duas espécies de *Megachile* nidificaram na área I, sendo *C. analis* a espécie com maior número de ninhos estabelecidos (n=72, 83,7%), enquanto as outras espécies tiveram baixa frequência de nidificação. A área II apresentou menor frequência de nidificação (4%) e maior riqueza de abelhas, com seis espécies ocupando os ninhos-armadilha. *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810, estabeleceu maior número de ninhos (n=29, 76,3%). As espécies utilizaram diferentemente os tamanhos de NA nas duas áreas. Na área I, as abelhas nidificaram com maior frequência nos NA de 10 cm (38%) e de 15 cm (38%), enquanto na área II houve maior ocupação das cavidades de 20 cm (50%). As abelhas nidificaram na maior parte do ano, com exceção dos meses de outono-inverno, entre abril e agosto, quando a frequência de nidificação das abelhas foi reduzida ou a atividade foi suspensa. Os inimigos naturais que emergiram dos ninhos incluíram espécies de abelhas *Coelioxoides* sp, *Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804 e uma espécie de Chrysididae. A taxa de mortalidade por causas desconhecidas nas áreas I e II foi respectivamente 21,4% e 13,5%, com maior incidência registrada em *Centris analis*. Houve uma maior mortalidade nos ninhos curtos (5 cm), não havendo diferença entre as cavidades de 10, 15 e 20 cm.

Palavras-chave: biologia de nidificação, ninhos-armadilha, abelhas solitárias, polinizadores de culturas, mortalidade

ABSTRACT

This study aimed to investigate the acceptance of cavities with different lengths for nesting and the cavity size effects on the sex ratio and offspring mortality of solitary bees in two agricultural areas in Feira de Santana, Brazil. The samplings were carried out monthly, during 12 months, using trap-nesting (=NA) length 5, 10, 15 and 20 cm. A total of 124 nests, 591 building cells, and 479 emerging imago were sampled. There was a higher number of nesting in area I (n=86) than in area II (n=38). *Centris analis* Fabricius 1804, *Centris tarsata* Smith, 1874, and two *Megachile* species nested in área I, being *C. analis* the specie with highest number of established nest (n=72, 83.7%), while other species had low nesting frequency (4%) and a higher bee richness, with six species occupying the trap-nesting. *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810, established highest number of nest (n=29, 76.3%). Species used different NA size in both areas. In the area I, they nesting with higher frequency in NA with 10 cm (38%) and 15 cm (38%), while in the area II, there was cavity occupation with 20 cm (50%). Bees nested in most part of the year, except in months of autumn-winter, between April and August, when the bee nesting frequency was reduced or the activity was suspended. The natural enemies that emerged from the nests were species of Hymenoptera *Coelioxoides* sp, *Mesocheira bicolor* Fabricius, 1804, and a species of Chrysididae. The mortality rate by unknown reason in the areas I and II was 21.4% and 13.5% respectively, with higher incidence recorded to *Centris analis*. There was a higher mortality in smallest nests (5 cm) and there was no difference among the cavities with 10, 15, and 20 cm.

Keywords: Nesting biology, trap-nesting, solitary bees, pollinating crops, mortality.

INTRODUÇÃO

As abelhas solitárias possuem hábitos de nidificação variados. A maioria das espécies escava os ninhos no solo, outras ocupam cavidades preexistentes em madeira e ninhos abandonados ou ativos de outros insetos, como termitários (COVILLE *et al.* 1983; ROUBIK, 1989; MICHENER, 2007). Esta característica de nidificar em cavidades preexistentes facilita o estudo da biologia de nidificação e do comportamento de muitas espécies, que constroem seus ninhos em cavidades artificiais disponibilizadas pelo homem, denominadas ninhos-armadilha. Este constitui um método relativamente simples e eficiente para amostrar as espécies que vivem em determinada área (GARÓFALO *et al.* 2012), evitando aquelas que estejam apenas transitando pelo local (CAMILLO *et al.* 1995; TSCHARNTKE *et al.* 1998). A técnica de ninhos-armadilha tem permitido a obtenção de informações sobre a diversidade e abundância de espécies nidificantes em cavidades preexistentes, sobre a sua biologia, materiais de construção utilizados, arquitetura dos ninhos, inimigos naturais, assim como os recursos alimentares fornecidos para as larvas (GAROFALO, 2000; DOREA *et al.* 2010a, 2010b). Alguns estudos têm apontado a possibilidade de se utilizar as espécies nidificantes em ninhos-armadilha como bioindicadores de qualidade ambiental (TSCHARNTKE *et al.* 1998).

As espécies de abelhas solitárias brasileiras que nidificam em cavidades preexistentes estão incluídas nas famílias Apidae (tribos Tetrapediini, Euglossini, Xylocopini e Centridini), Megachilidae (tribos Anthidiini e Megachilini) e Colletidae (Tribos Colletini e Hylaeini) (ROUBIK, 1989; AGUIAR *et al.* 2005; CAMAROTTI-DE-LIMA & MARTINS, 2005; GAZOLA e GARÓFALO, 2009; GARÓFALO *et al.* 2011). As espécies de *Centris* (Apidae, Centridini) são as abelhas que nidificam com maior frequência em ninhos-armadilha em diferentes ambientes amostrados no Brasil, o que pode facilitar o manejo das suas populações com vistas à polinização de algumas culturas. As abelhas deste gênero são de especial interesse devido à sua importância como polinizadores de diversas espécies de plantas nativas e cultivadas (FREITAS *et al.* 1999; SCHLINDWEIN *et al.* 2006; GAGLIANONE *et al.* 2010) e à

possibilidade de manejar algumas espécies para a polinização de culturas (OLIVEIRA & SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES & FREITAS, 2012).

Estudos sobre a nidificação e reprodução desses polinizadores são fundamentais para traçar estratégias de manejo dessas abelhas com vistas à polinização de culturas. Uma das espécies que tem despertado mais interesse da comunidade científica, em função de sua abundância em áreas urbanas e agrícolas, é *Centris analis* Fabricius 1804. Vários são os estudos realizados sobre esta espécie, abordando questões relacionadas ao comportamento de nidificação, arquitetura dos ninhos, distribuição temporal das atividades de nidificação, taxa de mortalidade da prole (JESUS & GARÓFALO, 2000; AGUIAR & MARTINS, 2002; AGUIAR & PINA, 2012;), influência da temperatura (COUTO & CAMILLO, 2007) e de parasitóides (GAZOLA & GARÓFALO, 2003) na mortalidade dos imaturos e ocupação de ninhos-armadilha de diferentes comprimentos (OLIVEIRA & SCHLINDWEIN, 2009; PINA & AGUIAR, 2011; ALONSO & GAROFALO, 2011). Os estudos sobre a nidificação desta espécie em áreas cultivadas são bastante recentes. SCHLINDWEIN *et al.* (2006) e OLIVEIRA & SCHLINDWEIN (2009) investigaram a ocupação de substratos artificiais (ninhos-armadilha) por *C. analis* em áreas cultivadas com aceroleira no domínio da Caatinga e da Mata Atlântica. PINA & AGUIAR (2011) registraram a abundância de ninhos e a atividade anual desta espécie em ninhos-armadilha em uma região do semi-árido baiano e AGUIAR & PINA (2012) avaliaram a mortalidade da prole desta espécie em pomares de acerola. Recentemente, MAGALHÃES & FREITAS (2012) testaram a viabilidade e a eficiência da introdução de ninhos-armadilha contendo ninhos de *C. analis* no aumento da produtividade de acerola (*Malpighia emarginata*).

Outra espécie cuja biologia de nidificação tem sido bastante estudada é *Centris tarsata* Smith, 1874, alvo de vários estudos sobre arquitetura dos ninhos, mortalidade, parasitismo e atividade anual de fundação de ninhos em diferentes regiões do Brasil (SILVA *et al.* 2001; AGUIAR & MARTINS, 2002; AGUIAR & GARÓFALO, 2004; BUSCHINI & WOLFF, 2006; MENDES & RÊGO, 2007; GAZOLA & GARÓFALO, 2009; MESQUITA *et al.* 2009; PINA & AGUIAR, 2011). SILVA *et al.* (2001), desenvolveram uma investigação em um fragmento de dunas litorâneas, em

Salvador na Bahia, buscando ampliar o conhecimento sobre os hábitos de nidificação de *C. tarsata*, sobre aspectos da biologia e da arquitetura de seus ninhos. AGUIAR e MARTINS (2002) investigaram a abundância sazonal da atividade de nidificação e o parasitismo nos ninhos de *C. tarsata* em vegetação de tabuleiros, no litoral da Paraíba. AGUIAR e GARÓFALO (2004) estudaram a biologia de nidificação, a abundância sazonal da atividade de nidificações e o parasitismo nos ninhos de *C. tarsata* em áreas de floresta estacional semi-decídua e de caatinga no Estado da Bahia. BUSCHINI e WOLFF (2006) investigaram a biologia de nidificação de *C. tarsata* em áreas de Campo e Várzea, e em Florestas de Araucárias no Sul do Brasil. MENDES e REGO (2007) obtiveram dados sobre a nidificação de *C. tarsata* em três diferentes ecossistemas (mata ciliar, mata mesofítica e eucaliptal) inseridos no bioma Cerrado, no estado do Maranhão. GAZOLA e GARÓFALO (2009) estudaram a riqueza, diversidade e abundância de abelhas que nidificam em cavidades em dois fragmentos de florestas semidecíduais do estado de São Paulo e obtiveram informações sobre a frequência de nidificação de *C. tarsata*. MESQUITA *et al.* (2009), em trabalho desenvolvido em duas áreas de cerrado, na região do Triângulo Mineiro, buscou verificar a porcentagem de ocupação de ninhos-armadilha por *C. tarsata* e *C. vittata*, bem como o número de células produzidas de acordo com as dimensões dos ninhos e a época do ano em que as nidificações são mais abundantes.

Estudos enfocando a biologia de nidificação tem sido realizados também com outras espécies de *Centris* que nidificam em cavidades, tais como *Centris vittata* Lepeletier, 1841 (PEREIRA *et al.* 1999; MESQUITA *et al.* 2009), *Centris dichrotricha* Moure, 1945 (MORATO *et al.* 1999), *C. terminata* Smith, 1874 (MORATO *et al.* 1999; DRUMMONT *et al.* 2008) e *Centris trigonoides* Lepeletier, 1841 (AGUIAR *et al.* 2006).

As espécies de *Tetrapedia* (Apidae, Tetrapediini) são abelhas solitárias que também nidificam em orifícios na madeira (SILVEIRA *et al.* 2002). O gênero *Tetrapedia* está representado por 28 espécies na região Neotropical (MOURE, 2008), dentre elas *Tetrapedia diversipes* Klug, 1810, uma espécie que tem sido alvo de estudos sobre vários aspectos da biologia de nidificação (CAMILLO, 2005; ALVES-

DOS-SANTOS *et al.* 2002; AGUIAR *et al.* 2005; PINA & AGUIAR, 2011; AGUIAR & PINA, 2012; MENEZES *et al.* 2012).

As abelhas do gênero *Megachile* (Megachilidae) ocorrem praticamente em todo o mundo e são comuns no Brasil, onde este gênero está representado por 161 espécies. Os hábitos de nidificação das espécies incluídas neste gênero são variados (MICHENER, 2007), e muitas nidificam em cavidades preexistentes, inclusive em ninhos-armadilha. Dados sobre a nidificação das espécies de *Megachile* que nidificam em cavidades no Brasil são escassos, podendo-se destacar os estudos com *Megachile (Austromegachile) orbiculata* Mitchell, 1930 na Amazônia Central, no qual são descritos aspectos da biologia e ecologia da espécie (MORATO, 2003) e a descrição dos ninhos e de aspectos da biologia de nidificação de duas espécies de *Megachile (Moureapis)* Raw, 2002 em ninhos-armadilha em uma reserva de floresta estacional semidecidual em Minas Gerais, Brasil (CARDOSO & SILVEIRA, 2012). Aspectos da biologia e arquitetura de ninhos de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell, 1930 em ninhos-armadilha em fragmentos de floresta estacional semidecidual submonta em domínio de Mata Atlântica foram descritos por TEXEIRA *et al.* (2011). A ecologia de nidificação de *Megachile (Moureapis) anthidioides* Radoschowsky, 1874, foi estudada através de cavidades artificiais em vegetação composta de Floresta Estacional Semidecidual, Floresta de Galeria e Campo Rupestre, em áreas de domínios da Mata Atlântica, na zona de transição com o Cerrado, no Parque Estadual do Itacolomi, no município de Ouro Preto, Minas Gerais (SABINO, 2010).

Apesar dos recentes avanços no conhecimento sobre a biologia de nidificação de várias espécies de abelhas solitárias nativas do Brasil, outros aspectos ainda necessitam ser estudados, para que possamos ter informações necessárias para o desenvolvimento de um sistema de manejo adequado para as populações destes polinizadores. Dentre estes aspectos, destacamos a investigação sobre as dimensões ideais das cavidades para nidificação, pois sabe-se que em algumas espécies de abelhas o número de células produzidas por ninho, a razão sexual e a mortalidade dos imaturos podem ser influenciados por fatores como o diâmetro e o

comprimento das cavidades utilizadas (STEPHEN & OSGOOD, 1965; BOSCH, 1994; TORCHIO & TEPEDINO, 1989; RUST, 1998, MESQUITA e AUGUSTO, 2011).

Neste sentido, estudos foram realizados visando avaliar a nidificação de abelhas solitárias em cavidades de diferentes diâmetros (TORCHIO & TEPEDINO, 1989, MORATO *et al.* 1999, SILVA *et al.* 2001, AGUIAR e MARTINS, 2002, MORATO, 2003, DRUMMONT *et al.* 2008, GRUBER *et al.* 2011, MESQUITA & AUGUSTO, 2011, CARDOSO e SILVEIRA, 2012, MENEZES *et al.* 2012). Em outros estudos houve avaliação da preferência por diâmetro e comprimento (STEPHEN & OSGOOD, 1965, RUST, 1998, PEREIRA *et al.* 1999, CAMILO, 2005, AGUIAR e GARÓFALO, 2004, AGUIAR *et al.* 2005, MESQUITA *et al.* 2009, ALVES-DOS-SANTOS, 2002, MELO e ZANELLA, 2010, TEIXEIRA *et al.* 2011, MELO e ZANELLA, 2012, PIRES, *et al.* 2012).

Estudos dirigidos para investigar estes aspectos foram realizados com várias espécies de abelhas Megachilidae manejadas para a polinização de culturas. STEPHEN e OSGOOD (1965) avaliaram a influencia de três fatores (diâmetro, comprimento e tipo de material) dos ninhos-armadilha sobre a razão sexual de *Megachile rotundata*, concluindo que para maximizar o aspecto econômico em áreas cultivadas, é mais vantajosa a utilização de cavidades de maior diâmetro para a produção de fêmeas, pois quanto maior o diâmetro, maior o tamanho das fêmeas. Fêmeas mais robustas são mais eficientes no forrageamento e no aprovisionamento dos ninhos, favorecendo assim a polinização de culturas como a alfafa. Para *Osmia lignaria propinqua* foi verificada influencia do diâmetro dos ninhos sobre a escolha das cavidades pelas fêmeas, havendo uma preferência por tubos de maior diâmetro, o que afetou a razão sexual desta espécie (TORCHIO & TEPEDINO, 1980). Ainda na espécie, RUST (1998), observou haver uma utilização significativamente maior de cavidades mais compridas. Este autor não registrou qualquer preferência desta espécie pelos três diâmetros de cavidades oferecidos. BOSCH (1994b) investigou os efeitos dos diferentes comprimentos de ninhos-armadilha na seleção de cavidades para nidificação em *Osmia cornuta*, e a influencia das dimensões da cavidade na produção de machos e fêmeas e verificou que as cavidades maiores foram as mais atrativas. Posteriormente, BOSCH (2004c) utilizou uma variação de quatro

comprimentos de ninhos-armadilha, para analisar a aceitação dos ninhos-armadilha pelas fêmeas desta espécie e observou que os de menor dimensão foram menos aceitos e que não houve diferença na utilização dos demais. GRUBER *et al* (2011) utilizaram ninhos-armadilhas com diâmetro variando entre 0,7-1,0 cm visando avaliar se as fêmeas de *Osmia bicornis* apresentavam preferência e os possíveis efeitos na razão sexual, verificando a existência de uma estreita relação entre o comprimento do tubo e a razão sexual alcançada. SZENTGYÖRGYI e WOYCIECHOWSKI (2012) ofereceram cavidades com diâmetro diferente, buscando avaliar se a orientação em ninhos de abelhas *Osmia bicornis* são afetados por características como tamanho e espaço disponível no ninho e inferiram que o tamanho e espaço disponível no casulo são as características que mais afetam a orientação.

Estes aspectos têm sido pouco investigados para as espécies de abelhas brasileiras. Recentemente, ALONSO & GAROFALO (2012) avaliaram o efeito do comprimento dos ninhos-armadilha sobre a seleção das cavidades para nidificação pelas fêmeas de *Centris analis* e sobre o número de células de cria construídas por ninho. Os resultados deste estudo não foram conclusivos, gerando a necessidade de delinear novos experimentos para investigar melhor estes aspectos e para produzir uma base de dados mais consolidada, que possa subsidiar o manejo desta espécie de polinizador. Para as espécies de abelhas em que apenas a fêmea proporciona serviços de polinização, como no caso das abelhas coletoras de óleo, é fundamental que se conheça em que dimensões de cavidades são produzidas mais fêmeas, para o sucesso do manejo das populações com vistas à polinização. Este trabalho foi proposto neste contexto de carência de informações sobre a influência do tamanho das cavidades artificiais sobre a proporção de fêmeas produzidas e sobre a mortalidade da prole de espécies de abelhas brasileiras que nidificam em ninhos-armadilha.

OBJETIVO GERAL

Investigar aspectos relacionados à biologia de nidificação das abelhas solitárias que nidificam em cavidades, enfocando especialmente a aceitação de cavidades de diferentes comprimentos e os efeitos do comprimento da cavidade sobre a razão sexual e mortalidade da prole.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as frequências mensais de nidificação das espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes em áreas de agricultura de pequeno porte no município de Feira de Santana, visando consolidar informações preliminares sobre o período de atividade e a abundância destas espécies na região.
- Determinar qual é a frequência de ocupação de ninhos-armadilha de diferentes comprimentos (5, 10, 15 e 20 cm) por cada espécie de abelha, bem como o número de células de cria produzido em cada ninho-armadilha.
- Verificar se há influência do comprimento do ninho-armadilha sobre a razão sexual da prole.
- Verificar se há influência do comprimento do ninho-armadilha sobre a frequência de mortalidade dos ninhos.
- Quantificar as frequência de parasitismo de ninhos e de mortalidade nas populações de abelhas estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas agrícolas do município de Feira de Santana, Bahia, sendo uma no distrito de Maria Quitéria (12°16'00" S/ 38°58'00" O) e outra no distrito de Humildes (12°20'008" S/ 38°51'107" O). No distrito de Maria Quitéria, o tipo predominante de uso da terra é o plantio de pequenos cultivos de acerola e culturas temporárias (feijão, feijão-guandu, milho, dentre outras) em pequenas propriedades, mantidas em sistema de agricultura familiar. Neste, ao menos uma vez ao ano é realizado manejo manual (capinagem) das plantas herbáceas dentro do cultivo, e não ocorrem irrigação nem aplicação de inseticidas. Os ninhos-armadilhas foram instalados no pomar a um período de 5 anos.

No distrito de Humildes, a amostragem foi conduzida na Chácara Bocaiúvas, uma propriedade com uma área de 23,4 ha, certificada para a produção e comercialização hortifrutícola orgânica (acerola, hortaliças, banana, coco, laranja, tangerina, limão, mamão, milho, quiabo, abóbora, dentre outras). Esta é mantida em sistema de agricultura orgânica, onde é realizado um manejo sustentável, sem uso de adubos químicos e agrotóxicos, dispondo de um sistema de irrigação. Na área também são cultivadas plantas ornamentais, como mussaendas, antúrios e helicônias. Além disso, é mantido nesta área um projeto de preservação e recuperação de espécies de plantas nativas como ipês, jequitibás e outras árvores, dentro de um sistema agro-florestal. Os ninhos-armadilhas foram recém instalados na área.

A região de Feira de Santana apresenta um clima semi-árido, com temperatura média anual de 24 °C e pluviosidade média de 802 mm/ano. Os períodos mais quentes ocorrem de outubro a janeiro (30 °C), e os meses de temperatura mais amena são junho a agosto (20 °C a 23 °C). As chuvas são mais frequentes entre novembro a maio, e o período mais seco estende-se pelo menos de agosto a outubro (CEI-BA, 1994).

Amostragem

Para a amostragem dos ninhos de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, foram utilizados ninhos-armadilha do tipo bloco de madeira perfurado com 60 orifícios, sendo estes orifícios revestidos com tubos confeccionados com cartolina preta, com uma das extremidades fechada com o mesmo material. As dimensões dos ninhos-armadilha foram de 8 mm de diâmetro e quatro diferentes comprimentos: 5, 10, 15 e 20 cm. Em cada área foram disponibilizados quatro blocos de madeira de cada comprimento, totalizando 16 blocos de madeira, 240 ninhos-armadilha de cada tamanho e um total de 960 ninhos-armadilha disponíveis em cada área. Os blocos de madeira tinham de 4 a 18 cm de comprimento, sendo que cada bloco ofertava ninho-armadilha de um único comprimento. Os blocos de madeira foram agrupados em estantes de aço, protegidas por uma cobertura de lona plástica (conforme AGUIAR *et al.*, 2005). Em cada área foi instalado um ponto de amostragem, dentro de um pomar de aceroleiras no distrito de Maria Quitéria, e próximo a cultivos de olerícolas no distrito de Humildes.

Os ninhos-armadilha foram instalados em setembro de 2011 e inspecionados uma vez por mês, de outubro de 2011 a setembro de 2012. Cada inspeção foi feita com o auxílio de um otoscópio, utilizado para a observação do interior do ninho-armadilha. Quando os ninhos apresentavam parede de fechamento completamente concluída, eles eram identificados por um código alfanumérico e removidos do campo. Para cada ninho coletado, outro ninho-armadilha vazio foi colocado no mesmo lugar, mantendo o número de unidades disponíveis constante ao longo do tempo. Cada ninho estabelecido foi registrado em banco de dados, contendo informações sobre a data de remoção do campo e comprimento do ninho-armadilha utilizado (5, 10, 15 ou 20 cm). Os ninhos removidos do campo foram levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

No laboratório, cada ninho foi colocado dentro de um tubo de ensaio e fechado com algodão. Os ninhos foram mantidos em temperatura ambiente e observados diariamente, até a emergência dos imagos, que foi registrada em banco de dados eletrônico. Ninhos e células de cria foram abertos, pelo menos 90 dias após a sua

remoção do campo, para análise do conteúdo (número de células provisionadas em cada ninho e número de imaturos mortos nos diferentes estágios do ciclo de vida). Quando houve emergência de adultos, os indivíduos foram mortos sob vapor de acetato de etila e montados a seco. Posteriormente foi realizada a identificação das espécies e determinação do sexo dos indivíduos que emergiram a partir de ninhos de diferentes comprimentos, para a avaliação da razão sexual da prole de cada espécie em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos. Os espécimens foram depositados na Coleção Entomológica Professor Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Os dados mensais de temperatura e pluviosidade foram obtidos na Estação meteorológica instalada no Campus da UEFS.

Análise dos dados

A proporção de ocupação dos ninhos-armadilha de cada comprimento foi calculada através da razão entre o número de ninhos estabelecidos por cada espécie em ninhos-armadilha de cada comprimento e o número total de ninhos estabelecidos ao longo da amostragem. A taxa de mortalidade foi calculada através da razão entre o número de células nas quais foram encontrados indivíduos mortos e o número de células provisionadas.

Para avaliar se a chance de ocupação de ninhos-armadilha estava associada ao local de coleta e ao comprimento do ninho, foi utilizado o teste de log-linear, considerando a presença ou ausência de abelhas em cada tubo como variável resposta, e o comprimento de cada ninho e a área de estudo como variáveis explicativas. Para avaliar a relação entre o número de ninhos ocupados em cada mês e a temperatura, umidade e precipitação média mensal, foi utilizado um modelo linear generalizado com distribuição de erros Poisson e função de ligação log. Para controlar por diferenças entre locais e entre espécies, esses dois fatores foram inseridos como co-variáveis na análise (não foi pedida nenhuma interação entre as variáveis independentes) Usou-se o critério de informação de akaike (AIC) para

selecionar o modelo mais parcimonioso que explique a relação entre o número de ocupações e as variáveis climáticas.

Para verificar se houve diferença na razão sexual da prole gerada pelas espécies mais abundantes em cada área entre os ninhos com diferentes comprimentos, foi utilizado o teste do qui-quadrado. Este teste também foi utilizado para verificar se a razão sexual da prole diferia 1:1. A razão sexual em cada ninho foi calculada como o número de machos dividido pelo número total da prole do ninho (não foi utilizado a divisão do número de machos pelo número de fêmeas porque alguns ninhos possuíam apenas fêmeas, enquanto outros apenas machos).

Todas as análises foram feitas no programa R (R Development Core Team 2004).

RESULTADOS

1. Utilização das cavidades artificiais por abelhas solitárias

Considerando os dois pontos de amostragem em conjunto, foi obtido um total de 124 ninhos, sendo que o pomar de agricultura familiar no distrito de Maria Quitéria (área I) apresentou o maior número de nidificações (n=86), enquanto no pomar com sistema de agricultura orgânica no distrito de Humildes (área II) foi estabelecido um menor número de ninhos (n=38). As proporções de ocupação dos ninhos-armadilha nas áreas I e II foram, respectivamente, 9% e 4% das cavidades disponibilizadas.

Na área I, os ninhos-armadilha foram utilizados por quatro espécies de abelhas, *Centris analis*, *Centris tarsata* e duas espécies de *Megachile*. A espécie com maior número de ninhos estabelecidos (n=72, 83,7%) foi *C. analis*, 7,5% do total das cavidades disponibilizadas nesta área, enquanto as outras espécies tiveram baixa frequência de nidificação (Tab. 1). Na área II, a proporção de ocupação foi menor (4%), porém a riqueza de espécies de abelhas foi maior, sendo que seis espécies ocuparam os ninhos-armadilha (Tab. 1). *Tetrapedia diversipes* foi a espécie com maior número de ninhos estabelecidos nesta área (n=29, 76,3%), sendo responsável pela ocupação de 3,02% do total de cavidades disponíveis (Tab. 1).

Tabela 1. Número de ninhos de abelhas solitárias obtidos em ninhos-armadilha, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, na região de Feira de Santana, BA.

	Espécies de abelhas	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	total
ÁREA I	<i>Centris analis</i>	6	28	26	12	72
	<i>Centris tarsata</i>	-	5	6	-	11
	<i>Megachile (Acentron)</i>	-	-	1	1	2
	<i>Megachile (Sayapis)</i>	-	-	-	1	1
Total		6	33	33	14	86
Ocupação (%)		7	38	38	16	-
ÁREA II	<i>Centris analis</i>	-	1	2	-	3
	<i>Centris tarsata</i>	-	1	-	1	2
	<i>Tetrapedia diversipes</i>	1	3	11	14	29
	<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	-	-	-	2	2
	<i>Megachile sp1</i>	-	-	-	1	1
	<i>Megachile sp2</i>	-	-	-	1	1
Total		1	5	13	19	38
Ocupação (%)		3	13	34	50	-

As abelhas nidificantes construíram um total de 591 células de cria. Na área I, um total de 406 células foram construídas, sendo *C. analis* a espécie com maior número de células construídas (n=355), seguida por *Centris tarsata* (n=36). Na área II foram construídas 185 células, *T. diversipes* apresentou o maior número de células construídas (n= 139), enquanto *Megachile (Tylomegachile)* (n=20) e *Centris analis* (n=13) produziram poucas células (Tab.2).

Em relação ao tamanho do ninho-armadilha, a maioria das células foi construída em tubos de 15 e 20 cm de comprimentos. Na área I, pela espécie *C. analis*, foram construídas (132 e 145 células de cria) em ninhos-armadilhas de 10 e 15 cm respectivamente. *Tetrapedia diversipes* construiu 46 células de cria em ninhos de 15 cm e 77 em ninhos de 20 cm (Tab. 2).

Emergiram 479 indivíduos dos ninhos, ocorrendo na área I, 319 emergências, onde *Centris analis* foi a espécie com maior número de imagos emergidos (n= 286) e *C. tarsata* (n=20). Na área II, emergiram 160 indivíduos dos ninhos, sendo *Tetrapedia diversipes* (n =125) a espécie mais abundante.

Tabela 2. Número de células construídas por abelhas solitárias em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, na região de Feira de Santana, BA.

	Espécies de abelhas	5cm	10cm	15cm	20cm	total
AREA I	<i>Centris analis</i>	15	132	145	63	355
	<i>Centris tarsata</i>	0	15	21	0	36
	<i>Megachile (Acentron)</i>	0	0	7	3	10
	<i>Megachile (Sayapis)</i>	0	0	0	5	5
TOTAL		15	147	173	71	406
AREA II	<i>Centris analis</i>	0	5	8	0	13
	<i>Centris tarsata</i>	0	3	0	1	4
	<i>Tetrapedia diversipes</i>	3	13	46	77	139
	<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	0	0	0	20	20
	<i>Megachile Sp1</i>	0	0	0	4	4
	<i>Megachile Sp2</i>	0	0	0	5	5
TOTAL		3	21	54	107	185

A frequência de ocupação dos ninhos-armadilha de comprimentos distintos foi diferente nas duas áreas (Log-linear, $\chi^2 = 18,94$, gl = 3, $p < 0,001$;). Na área I, dentre os quatro comprimentos de ninhos-armadilha disponibilizados, houve ocupação preferencial das cavidades de 10 (n=33, 38% dos ninhos estabelecidos) e de 15 cm (n=33, 38%) e 3,4% do total de cavidades disponíveis na área, enquanto as cavidades de 5 cm foram muito pouco utilizadas pelas abelhas (n=6) (Tab. 3). Na área II houve maior ocupação das cavidades de maior comprimento, sendo que naquelas de 20 cm foram estabelecidos 50% dos ninhos estabelecidos (n=19) e 1,9% do total de cavidades disponíveis na área (Tab.1). A frequência de ocupação de cada comprimento de cavidade pelas fêmeas nidificantes em cada área está apresentada na tabela (1). Os resultados da área I foram fortemente influenciados pela espécie mais abundante (*C. analis*) que nidificou preferencialmente em cavidades de 10 cm (n=28; 38,8% dos ninhos estabelecidos por esta espécie nesta área) e de 15 cm (n=26; 36,1%), enquanto as cavidades de 20 cm (n=12) e 5cm (n=6) foram menos utilizadas (Tab. 1). Os resultados da área II foram fortemente

influenciados por *T. diversipes*, que nidificou preferencialmente em cavidades de 20cm (n=14; 48,3%) e de 15cm (n=11; 37,9%).

2. Aspectos temporais da atividade de nidificação

Houve atividade de nidificação das abelhas solitárias nos ninhos-armadilha na maior parte do ano, com exceção dos meses de inverno, entre maio e agosto, quando a frequência de nidificação das abelhas foi reduzida ou a atividade foi suspensa. Picos de frequência de nidificação ocorreram em outubro/2011 (n=24) e janeiro/2012 (n=25) na área I, e em fevereiro/2012 (n=11) e em março/2012 (n=7) na área II (Fig.1 e 2).

Centris analis, a espécie mais abundante na área I, nidificou principalmente de setembro a março, com maior número de ninhos estabelecidos em outubro (n=24, 33,3%) e em janeiro (n=19, 26,4%), e com poucas nidificações de abril a agosto (Tab. 3). *Tetrapedia diversipes*, a espécie mais abundante na área II, manteve atividade de nidificação de janeiro a março, e de junho a setembro, com exceção de julho, com maior atividade de nidificação no mês de fevereiro (n=11) (Tab. 3).

A atividade de nidificação das abelhas apresentou associação com fatores climáticos. De acordo com o critério de informação de Akaike, o modelo que considera o efeito da temperatura e precipitação foi considerado como o mais parcimonioso (Tab. 4). De acordo com esse modelo, o número de ninhos ocupados em cada mês aumentou com a temperatura e com a precipitação média mensal ($\chi^2 = 21,22$, gl = 2, p = 0,001). Ao considerar os dados de ocupação após a remoção de dois pontos extremos, foi mantida a relação entre temperatura e número de ninhos ocupados, sendo que a umidade, e não a precipitação, passou a apresentar relação ($\chi^2 = 9,5$, gl = 2, p = 0,009; Tab. 5; Fig. 3). Houve aumento no número de ninhos ocupados com o aumento da temperatura (b = 0,1) e umidade (b = 0,06).

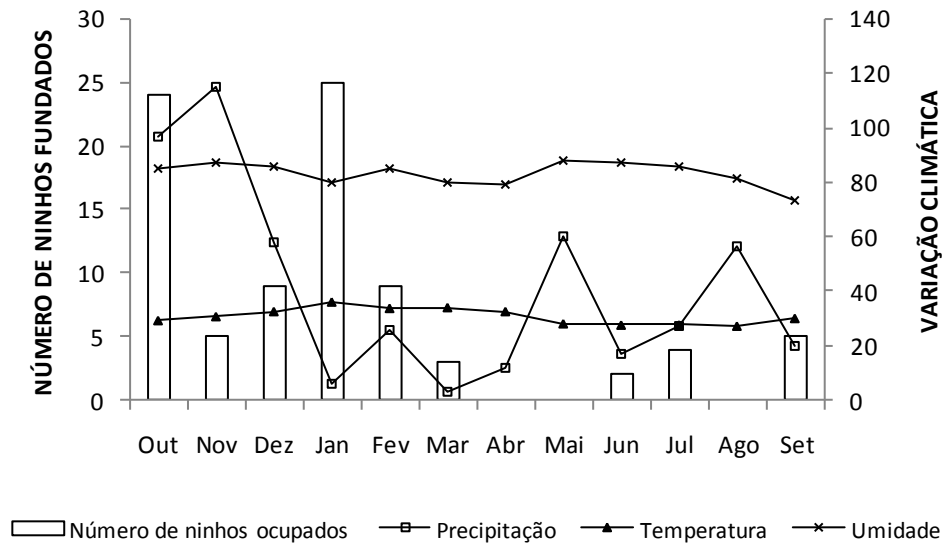


Figura 1. Número de ninhos de abelhas estabelecidos mensalmente, temperatura média, umidade e precipitação mensal, de outubro/2011 a setembro/2012, no distrito de Maria Quitéria, Feira de Santana, Bahia.

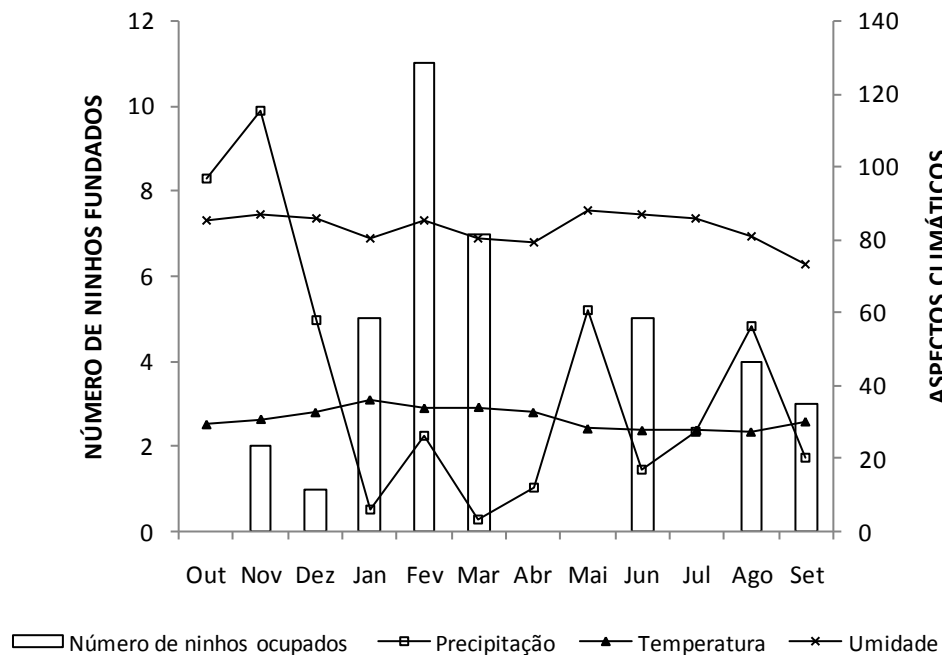
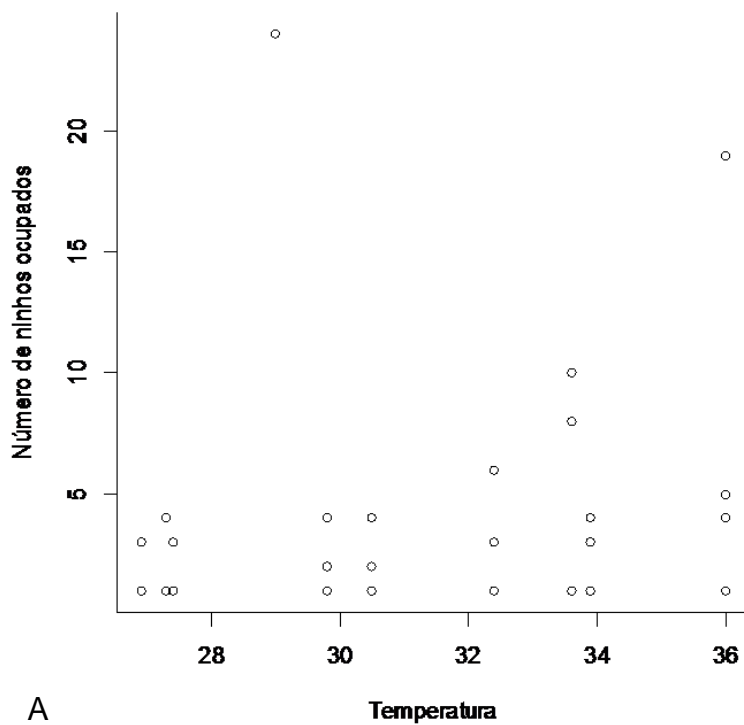


Figura 2. Número de ninhos de abelhas estabelecidos mensalmente, temperatura média, umidade e precipitação mensal, de outubro/2011 a setembro/2012, no distrito de Humildes, Feira de Santana, Bahia.

Tabela 3. Abundância mensal de ninhos de abelhas nidificantes em cavidades preexistentes, nos distritos de Maria Quitéria e Humildes, em Feira de Santana, BA.

Espécies de abelhas		out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	Jul	Ago	set	total
ÁREA I	<i>Centris analis</i>	24	4	6	19	8	3	-	-	1	3	-	4	72
	<i>Centris tarsata</i>	-	-	3	4	1	-	-	-	1	1	-	1	11
	<i>Megachile (Acentron)</i>	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Megachile (Sayapis)</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ÁREA II	<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	-	-	5	11	4	-	-	4	-	3	2	29
	<i>Centris tarsata</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Centris analis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	3
	<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Megachile sp1</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Megachile sp2</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1



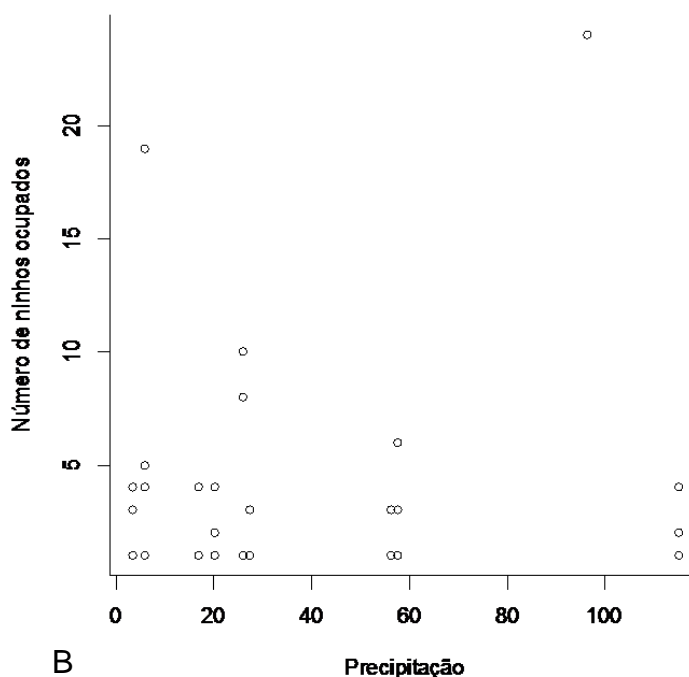


Figura 3. Número de ninhos ocupados em relação a dados de (A) temperatura (0°C) e (B) precipitação (mm), apresentando dois outliers (pontos extremos).

Tabela 4. Resumo dos modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson, que descrevem a relação entre o número de ninhos ocupados, temperatura e precipitação, usando o local de estudo e o gênero como co-variáveis. Os modelos são classificados em ordem crescente de valores AIC_c .

Modelo	AIC_c	gl	d AIC_c	w_i
local + espécie + temperatura + precipitação	162,7	7	0	0,83
local+ espécie +umidade+ temperatura + precipitação	166,1	8	3,4	0,15
local+ espécie +umidade+ temperatura	171,9	7	9,2	0,008
local+ espécie + temperatura	172,5	6	9,9	0,006
local+ espécie + precipitação	176,3	6	13,6	<0,001
local+ espécie	177,6	5	15	<0,001
local+ espécie +umidade	179,4	6	16,7	<0,001
local+ espécie +umidade+ precipitação	179,4	7	16,8	<0,001
Nulo	233,1	1	70,4	<0,001

(d AIC_c representa a diferença entre o valor AIC_c do modelo i e o valor AIC_c do modelo mais parcimonioso; w_i é o peso de Akaike modelo i). AIC_c / viés corrigida versão do critério de informação de Akaike.

Tabela 5. Resumo dos modelos lineares generalizados com distribuição de Poisson, que descrevem a relação entre o número de ninhos ocupados, temperatura e precipitação, usando o local de estudo e o gênero como co-variáveis. Neste caso, foram removidos os dois outliers. Os modelos são classificados em ordem crescente de valores AIC_c.

Modelo	AICc	GI	dAICc	w_i
local+espécie+umidade+temperatura	113,5	7	0	0,33893
local+ espécie + temperatura	114	6	0,5	0,26567
local+ espécie + temperatura +precipitação	114,8	7	1,3	0,17358
local+ espécie +umidade+ temperatura + precipitação	116,5	8	3	0,07616
local+ espécie	116,5	5	3	0,07443
local+ espécie +umidade	117,6	6	4,1	0,04314
local+ espécie + precipitação	119,2	6	5,7	0,01993
local+ espécie +umidade+ precipitação	121	7	7,5	0,00811
Nulo	131,6	1	18,1	<0,001

(dAICc representa a diferença entre o valor AICc do modelo i e o valor AICc do modelo mais parcimoniosa; w_i é o peso de Akaike modelo i). AICc / viés corrigida versão do critério de informação de Akaike.

3. Mortalidade e parasitismo

Dos 124 ninhos estabelecidos pelas abelhas nas duas áreas, em 16 ninhos houve mortalidade total da prole. Entre estes, a espécie *Megachile* sp2, com apenas um ninho estabelecido, foram encontrados cinco indivíduos adultos mortos nas células de cria (Tab. 6). Em 29 ninhos houve mortalidade de parte da prole, sendo registrados um total de 112 indivíduos mortos em diferentes fases do desenvolvimento (Tab. 6). A taxa de mortalidade por causas desconhecidas (razão entre o número de células de cria contendo provisões ou indivíduos mortos e o número total de células de cria aprovisionadas) nos ninhos estabelecidos nas cavidades preexistentes nas áreas I e II foi respectivamente 21,4% e 13,5%. A maior incidência de mortalidade por causas desconhecidas foi registrada para *Centris analis* (n=69 na área I) (Tab. 7), ocorrendo maior incidência no estágio de larva (n=35) (Tab. 6).

Considerando a incidência de mortalidade em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, aqueles com 5 cm de comprimento foram os que apresentaram maior frequência de mortalidade em ambas as áreas (Tab.8). Para ambas as áreas e espécie, houve uma maior mortalidade nos ninhos de menor comprimento (5 cm). Porém, não houve diferença na mortalidade entre as cavidades de 10, 15 e 20 cm (Fig. 4).

Tabela 6. Mortalidade da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, em diferentes estágios de desenvolvimento, em duas áreas rurais de Feira de Santana, Bahia. (O = ovo, L = larva, P = pupa, A= adulto).

	Área I					Área II				
	Nº de células	O	L	P	A	Nº de células	O	L	P	A
<i>Centris analis</i>	355	15	35	2	17	13	2	3	-	-
<i>Centris tarsata</i>	36	7	9	-	-	4	-	-	1	-
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	-	-	-	-	139	3	10	1	-
<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-
<i>Megachile</i> sp1	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<i>Megachile</i> sp2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5
<i>Megachile (Acentron)</i>	10	-	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Megachile (Sayapis)</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 7. Numero de células construídas, de imagos emergentes e taxa de mortalidade por causas desconhecidas da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha em duas áreas rurais de Feira de Santana, Bahia.

Espécies de abelhas	Área I			Área II		
	Nº de células	Nº de imagos emergentes	Mortalidade	Nº de células	Nº de imagos emergentes	Mortalidade
<i>C. analis</i>	355	286	69 (19,4%)	13	8	5 (38,4%)
<i>C. tarsata</i>	36	20	16 (44,4%)	4	3	1 (24%)
<i>T. diversipes</i>	-	-	-	139	125	14 (10%)
<i>Megachile</i> sp1	-	-	-	4	4	-
<i>Megachile</i> sp2	-	-	-	5	-	5 (100%)
<i>Megachile (Acentron)</i>	10	8	2 (20%)	-	-	-
<i>Megachile (Sayapis)</i>	5	5	-	-	-	-
<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	-	-	-	20	20	-

Tabela 8. Frequência de mortalidade da prole de abelhas solitárias em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, em duas localidades, no período de outubro de 2011 a setembro de 2012.

Comprimento NA (cm)	Nº de células de cria	Nº de células com mortos	Nº de imagos emergentes	Frequência de mortalidade (%)
Área I				
5	17	12	5	70,5
10	144	42	102	29
15	174	27	147	15,5
20	71	6	65	8,4
Total	406	87	319	21,4
Área II				
5	3	3	0	100
10	20	2	18	10
15	56	6	50	11
20	106	14	92	14
Total	185	25	160	13,5

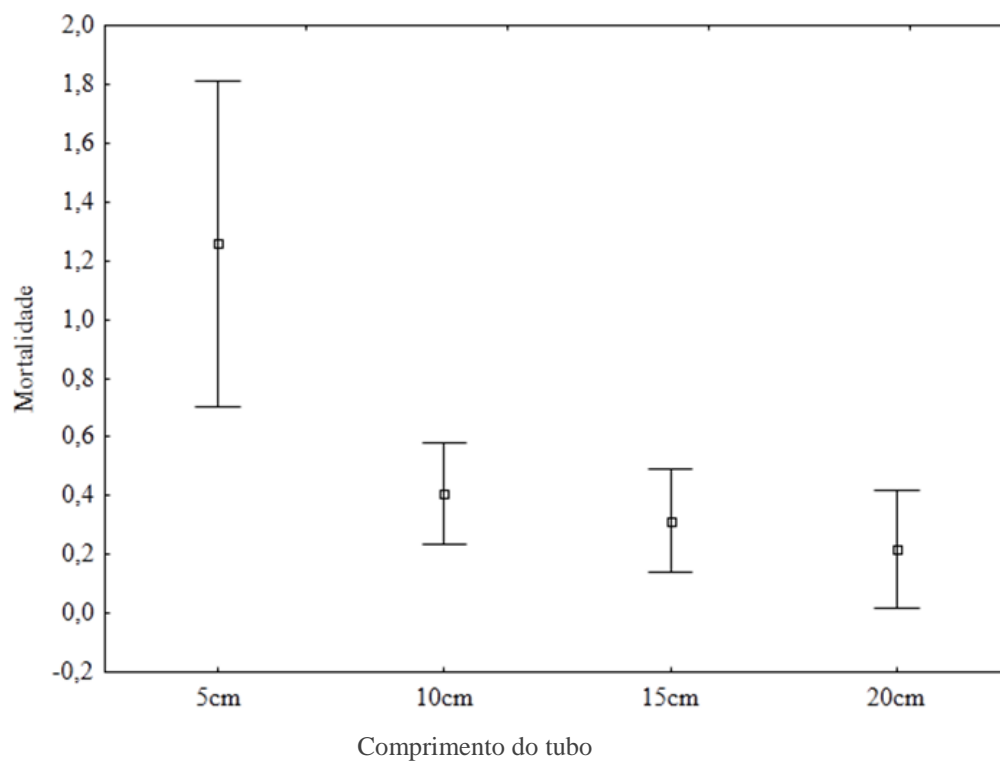


Figura 4. Percentual de mortalidade em função dos diferentes comprimentos dos ninhos-armadilha, combinando as duas áreas.

Três espécies de parasitas emergiram a partir dos ninhos obtidos nas áreas: indivíduos da espécie de abelhas *Coelioxoides* sp (Apidae), *Mesocheira bicolor* (Apidae) e uma espécie não identificada. *Mesocheira bicolor* foi associada com ninho de uma espécie de abelha hospedeira (*C. analis*) e *Coelioxoides* sp. e uma espécie não identificada, foram associado exclusivamente a *Tetrapedia diversipes* (Tab. 9).

Tabela 9. Espécies de Hymenoptera cleptoparasitas e respectivas espécies hospedeiras, em ninhos-armadilha em duas localidades na região de Feira de Santana, Bahia.

Família	Espécie parasita	Nº de Indivíduos emergentes	Espécie hospedeira
Apidae	<i>Mesocheira bicolor</i>	1	<i>Centris analis</i>
Apidae	<i>Coelioxoides</i>	8	<i>Tetrapedia diversipes</i>
Chrysididae	Não identificada	6	<i>Tetrapedia diversipes</i>

4. Razão sexual

Considerando os indivíduos emergidos e imagos mortos identificados na análise do conteúdo dos ninhos, foram produzidos um total de 104 machos e 120 fêmeas. O número de indivíduos que emergiram a partir dos ninhos da área I foi 319, sendo 286 de *C. analis*, espécie mais frequente, que apresentou razão sexual de (0,87 M : 1 F), não diferindo de 1:1 ($\chi^2=0,77$, $df=1$, $p=0,380$). *Megachile (Acentron)* apresentou razão sexual de 0,5 M : 1 F, e em *Centris tarsata* a razão sexual foi 1 M : 1 F, no entanto, devido ao número de ninhos obtido ter sido muito pequeno, não foi possível testar se a razão sexual nestas espécies difere de 1:1. Na área II emergiram 160 indivíduos. Para *T. diversipes*, a espécie mais frequente na área (125 indivíduos emergidos a partir de 29 ninhos), observou-se uma razão sexual de (0,59 M : 1 F), sendo próxima da razão de 1:1 ($\chi^2=2,94$, $df=1$, $p=0,086$). *Megachile (Tylomegachile)* apresentou razão sexual (2,25M : 1F), mas tanto o número de ninhos analisados ($n= 2$) quanto o número de imagos que emergiram ($n=20$) foram muito pequenos para testar se a razão sexual da população de fato diferiu de 1:1 (tab.10).

Na área I *Centris analis* apresentou razão sexual de 1,26 M: 1 F nas cavidades de 10cm, enquanto que nas cavidades de 15 cm a razão sexual foi de 0,9 M: 1 F, e nas de 20 cm foi 0,62 M: 1 F. Não houve diferença na razão sexual de acordo com o comprimento do tubo ($F_{(2,34)}=1,46$, $p=0,247$).

Na área II *Tetrapedia diversipes* apresentou razão sexual de 0,25 M: 1 F nos ninhos estabelecidos nas cavidades de 10cm, e de 0,56 M : 1 F nas cavidades de 15cm, enquanto nas cavidades de 20 cm a razão sexual foi 1,5 M : 1 F. (Tab. 10).

Tabela 10. Número de fêmeas e machos produzidos e razão sexual de espécies de abelhas em diferentes comprimentos de ninhos-armadilha em Feira de Santana, BA.

Espécie	Comprimento do NA	Nº de ninho	Machos produzidos	Fêmeas Produzidas	Razão sexual (Macho/Fêmea)
AREA I					
<i>Centris analis</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	12	19	15	1,26 M : 1 F
	15cm	21	38	42	0,9 M : 1 F
	20cm	10	18	29	0,62 M : 1 F
	TOTAL:	43	75	86	0,87 M : 1 F
<i>Centris tarsata</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	1	1	1	1 M : 1 F
	15cm	-	-	-	-
	20cm	-	-	-	-
	TOTAL:	1	1	1	1 M : 1 F
<i>Megachile (Acentron)</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	-	-	-	-
	15cm	1	2	4	0,5 M : 1 F
	20cm	-	-	-	-
	TOTAL:	1	2	4	0,5 M : 1 F
Area II					
<i>Tetrapedia diversipes</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	1	1	4	0,25 M : 1 F
	15cm	10	9	16	0,56 M : 1 F
	20cm	3	3	2	1,5 M : 1 F
	TOTAL	14	13	22	0,59 M : 1 F
<i>Megachile (Tylomegachile)</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	-	-	-	-
	15cm	-	-	-	-
	20cm	2	9	4	2,25M : 1F
	TOTAL	2	9	4	2,25M : 1F
<i>Centris analis</i>	5cm	-	-	-	-
	10cm	1	3	1	3M : 1F
	15cm	-	-	-	-
	20cm	-	-	-	-
	TOTAL	1	3	1	3M : 1F

Discussão

Entre as espécies nidificantes, *C. analis*, foi responsável pela maior parte das nidificações na área I, e na área II, *T. diversipes*. Em cultivos de acerola no Município de Feira de Santana, PINA e AGUIAR (2011) registraram a ocupação de ninhos-armadilha por três espécies de abelhas (*C. analis*, *C. tarsata* e *T. diversipes*), sendo *C. analis* a espécie de maior ocorrência. No presente trabalho, a riqueza de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha foi ligeiramente maior, havendo na área I a ocorrência de quatro espécies, sendo duas do gênero *Megachile* e na área II, seis espécies, três do gênero *Megachile*. Em ambos as espécies de *Megachile* não foram amostradas previamente.

Este padrão de ocupação de ninhos-armadilha foi previamente observado em outros estudos no Brasil, que mostraram que as espécies do gênero *Centris* são geralmente as que nidificam com maior frequência nestes substratos artificiais (CAMILLO et al, 1995;. GARÓFALO, 2000; MORATO e CAMPOS, 2000; VIANA et al, 2001;. AGUIAR e MARTINS , 2002; AGUIAR et al 2005, BUSCHINI, 2006, GAZOLA e GARÓFALO, 2009, PINA e AGUIAR, 2011). Os fatores que podem ter influenciado na alta ocupação dos ninhos-armadilha por *C. analis* na área I ainda não são bem compreendidos, mas podem estar relacionados com o período decorrido desde a instalação dos ninhos-armadilha, já que estes substratos artificiais estão sendo disponibilizados na área I desde 2008. A oferta das cavidades pode ter favorecido o estabelecimento de uma população nidificante de *C. analis* e aumentando sua abundância local. Outro aspecto relevante refere-se às características da área de amostragem, a qual se encontra inserida em um pomar de aceroleira, cujo entorno é formado por culturas de subsistência e árvores frutíferas diversas, conferindo ao ambiente disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas.

Na área II, houve uma menor ocorrência de nidificações, se comparada à área I, todavia a área II apresentou uma maior riqueza de espécies de abelhas solitárias, com seis espécies ocupando os ninhos-armadilha. A menor ocorrência de nidificações pode estar relacionada às características da área que apresenta

um pomar diversificado, porém, com menor densidade de aceroleiras e de outras plantas fornecedoras de óleo, que constituem um recurso essencial para a reprodução de várias espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, como espécies de *Centris* e *Tetrapedia* (ALVES-DOS-SANTOS *et al.* 2007). Além disso, a área apresenta em seu entorno, fragmentos de mata de modo que os ninhos-armadilhas oferecidos talvez não sejam um recurso tão atrativo, uma vez que nestes ambientes as abelhas devem dispor de um número maior de cavidades pré-existentis naturais para nidificar.

Na área II, a maior frequência de nidificação foi registrada para *Tetrapedia diversipes* (76,3% dos ninhos). De modo similar, outros estudos realizados em outras regiões do país utilizando ninhos-armadilhas, apresentaram *Tetrapedia diversipes* como a espécie dominante (CAMILO *et al.* 1995, ALVES-DOS-SANTOS, 2003, GARÓFALO, 2008, CORDEIRO, 2009, MENEZES *et al.* 2012). Dentre eles, CORDEIRO (2009), amostrando a fauna de abelhas em quatro áreas no Domínio da Mata Atlântica, sugeriu que a alta taxa de ocupação ninhos-armadilha por *Tetrapedia diversipes* consistia em um reflexo do comportamento gregário da espécie. As fêmeas procuram locais para nidificar próximo aos locais de nascimento, de maneira que as cavidades disponibilizadas se tornam atrativas à medida que mais fêmeas ocupam o local. Sendo assim, ao passo que as cavidades vão sendo ocupadas e os indivíduos vão emergindo, conseqüentemente tende naturalmente a aumentar a taxa de ocupação dos ninhos.

No presente estudo, as fêmeas utilizaram todos os comprimentos de ninhos-armadilha disponibilizados nas áreas, porém de forma diferenciada, sendo as cavidades mais curtas menos utilizadas. As cavidades com 10 e 15cm foram mais utilizadas por *C. analis* e 15 e 20cm por *T. diversipes*. A preferência por cavidades mais longas pode ser tentativamente explicada pelo fato de poderem abrigar ninhos maiores e conseqüentemente, mais células de crias por ninho. Desta maneira, diminuindo o tempo e energia gasto pelas fêmeas para selecionar novas cavidades para estabelecer um segundo ninho e para construir as paredes de fechamento. Um resultado similar foi encontrado por PINA e AGUIAR (2011),

utilizando ninhos-armadilhas de (5 e 10cm), observaram que as três espécies nidificantes (*Centris analis*, *C. tarsata* e *T. diversipes*) utilizavam os dois tamanhos de ninho-armadilha, porém, *Centris analis*, nidificavam com maior frequência nos ninhos maiores. Por outro lado, ALONSO *et al.* (2011) utilizaram quatro diferentes comprimentos de ninhos-armadilhas (5,5 - 6,0 - 6,5 e 7,0 cm) e concluíram que o comprimento da cavidade não afetou as taxas de ocupação por *C. analis*, exceto em uma área em que houve preferência pelos ninhos-armadilha mais curtos. Nas demais localidades, as abelhas usaram os ninhos-armadilha de forma similar, independente do comprimento. Preferências por ninhos-armadilha maiores foram registradas para outras espécies, como *Osmia cornuta* (Megachilidae), que utilizou preferencialmente as cavidades maiores dentre três diferentes comprimentos (15, 18 e 21 cm) disponibilizados (BOSCH, 1994 b). Em outro estudo com a mesma espécie, BOSCH (1994c) ofereceu cavidades de quatro diferentes comprimentos (12, 15, 18 e 21 cm) para nidificação e verificou que as de menor comprimento foram menos usadas, e que não houve diferença significativa na taxa de ocupação das demais.

Em ambas as áreas ocorreram atividades de nidificação na maior parte do ano, sendo que no período de abril a agosto, correspondente aos meses mais frios (outono-inverno), a frequência de nidificação das abelhas foi reduzida ou a atividade foi suspensa. A ausência de nidificação no primeiro mês de amostragem na área II pode ter ocorrido como consequência a introdução recente dos ninhos-armadilhas no local. Em coleta realizada no mesmo período do ano seguinte, houve um número considerável de ninhos ocupados, os quais os dados não foram amostrados neste trabalho.

A atividade de nidificação apresentou relação com os fatores climáticos de temperatura, precipitação e ou umidade, divergindo dos resultados encontrados por PINA e AGUIAR (2011).

A taxa de mortalidade nas duas áreas de amostragem não foi elevada sendo mais alta na área I (21,4%) do que na área II (13,5%). Em ambas as áreas, os ninhos foram instalados em locais sombreados e protegidos sob árvores, evitando-se a excessiva exposição do local de nidificação ao sol. Na mesma região,

AGUIAR e PINA (2012) registraram uma alta taxa de mortalidade nos três pomares amostrados (25%, 27% e 57% de todos os ninhos coletados), sendo mais elevado no pomar III do que nos pomares de agricultura familiar (I e II). Os autores sugerem que a alta mortalidade no pomar III pode estar associada a falta de condições favoráveis no local que não apresenta árvores com copas suficientes para sombrear os ninhos-armadilhas, submetendo-os a maior insolação e umidade. Além da maior possibilidade de perturbação antrópica, devido à localização do pomar III, inserido em área de escola agrícola, com provável circulação de pessoas nas proximidades dos ninhos.

A mortalidade da prole foi elevada tanto em *C. tarsata*, quanto em *C. analis*. Em outras áreas, a mortalidade da prole de *C. analis* criada em ninhos-armadilha também foi elevada, atingindo valores de 62,6% das células de cria (JESUS & GARÓFALO, 2000) e 25% (AGUIAR e PINA, 2012). De modo similar, AGUIAR & GARÓFALO (2004), BUSCHINI & WOLFF (2006) e AGUIAR e PINA (2012) encontraram taxas de mortalidade da prole altas em *C. tarsata* (58,6%, 70% e 50%, respectivamente). As taxas de mortalidade em ambos os locais de estudo apresentaram associação com o comprimento dos ninhos-armadilha, sendo maior nos ninhos de menor dimensão, ninhos estabelecidos em cavidades de 5 cm. De modo diferente, nenhuma influencia do comprimento do ninho-armadilha sobre a mortalidade de imaturos foi detectada para *Osmia cornuta* (BOSCH, 2004c), *Osmia bicornis* (GRUBER *et al.*, 2011) e para *C. analis* (ALONSO e GARÓFALO, 2011).

Geralmente, a mortalidade da prole das abelhas que nidificam em cavidades é atribuída a causas desconhecidas, que ocasionariam falhas no desenvolvimento ou a diversos fatores como temperatura, umidade, manipulação dos ninhos, dentre outros (BUSCHINI e WOLFF, 2006, JESUS e GARÓFALO, 2000, COUTO e CAMILO, 2007, PINA, 2010, AGUIAR e PINA, 2012). BUSCHINI e WOLFF (2006) relacionaram a mortalidade dos imaturos não somente ao processo de remoção dos ninhos do ambiente natural como também à sua manutenção no laboratório, e sugeriram que a umidade poderia ter sido a principal causa de mortalidade, uma vez que a temperatura na região não seria alta o suficiente para provocar a morte

dos imaturos. AGUIAR e PINA (2012) sugerem as causas desconhecidas como fatores que contribuem para a alta mortalidade de imaturos, podendo estar relacionados a manipulação dos ninhos durante o seu transporte até o laboratório e durante a remoção dos ninhos-armadilha dos blocos de madeira. Outros autores destacam a temperatura como um fator principal que afeta a sobrevivência de imaturos, afetando especialmente os estágios iniciais de desenvolvimento (JESUS e GARÓFALO, 2000, PINA, 2010). Buscando apresentar dados relacionados à influência da temperatura no desenvolvimento e na taxa de mortalidade dos imaturos de *C. analis*, COUTO e CAMILO (2007) não verificou diferença na mortalidade da prole entre as áreas sombreada e ensolarada, apesar de haver diferença na temperatura das placas entre os meses nas duas áreas. A temperatura foi considerada fator importante, podendo influenciar positivamente no desenvolvimento dos imaturos, porém não foram encontradas evidências da temperatura na mortalidade da prole de *C. analis*.

O ataque das células de cria por inimigos naturais, como cleptoparasitas, parasitóides e fungos contribui para a mortalidade da prole das abelhas (MORATO, 2003, SANTOS, *et al.* 2008, CORDEIRO, 2009, GAZOLA e GARÓFALO, 2003, GAZOLA e GARÓFALO 2009, MESQUITA e AUGUSTO, 2011, AGUIAR e PINA, 2012, PEREIRA e GARÓFALO, 2010). No presente estudo, *Mesocheira bicolor*, *Coelioxoides sp.* e uma espécie não identificada de Chrysididae, foram os inimigos naturais que emergiram dos nos ninhos das abelhas. *Coelioxoides sp.* foi a espécie mais freqüente, parasitando os ninhos de *T. diversipes*. Esta associação cleptoparasita-hospedeiro também foi registrada por CAMILO (2005). Além disso, outros trabalhos relataram a presença de *Coelioxoides sp.* atacando ninhos de *Tetrapedia diversipes* (ALVES-DOS-SANTOS *et al.* 2002, GAZOLA e GARÓFALO, 2009, CORDEIRO *et al.* 2011, AGUIAR e PINA, 2012), o que indica que a interação entre *Coelioxoides* e seus hospedeiros é espécie-específica.

A abelha *M. bicolor* foi identificada parasitando ninhos de *C. analis*. Em outros estudos, esta abelha cleptoparasita, foi observada emergindo de ninhos desta espécie (JESUS e GARÓFALO, 2000, GAZOLA & GAROFALO, 2003, PINA e

AGUIAR, 2011, AGUIAR e PINA, 2012) e de outras abelhas solitárias, como *C. tarsata* (AGUIAR e MARTINS, 2002, AGUIAR e GARÓFALO, 2004, AGUIAR *et al.* 2005, BUSCHINI e WOLFF, 2006, MENDES e REGO, 2007, GAZOLA e GARÓFALO, 2009, PINA, 2010, MELO e ZANELLA, 2010, MACHADO, 2011, MESQUITA e AUGUSTO, 2011, AGUIAR e PINA, 2012) e *C. dichrotricha* (MORATO *et al.* 1999).

A razão sexual registrada para *Centris analis* e *Tetrapedia diversipes*, neste trabalho, não diferiu significativamente de 1: 1 do número de machos e fêmeas emergidos nos ninhos. Entre as duas espécies predominantes, somente para *C. analis* foi possível avaliar a razão sexual em cada comprimento do tubo, não sendo verificada diferença significativa em nenhum dos comprimentos de ninhos-armadilha. Resultados semelhantes para a mesma espécie foram encontrados por PINA (2010) em estudo desenvolvido na mesma região, no qual, não foi encontrada diferença significativa na razão sexual registrada para *C. analis*, não diferindo também em nenhum dos comprimentos de ninhos-armadilha. Contudo, no trabalho realizado por ALONSO *et al.* (2012) com *C. analis* foi encontrado uma razão sexual significativamente desviada em favor dos machos, sendo verificada diferença significativa nos ninhos-armadilha de 5,5 e 6cm de comprimento/ 0,6cm Ø (2,1 M : 1 F e 1,74 M : 1 F, respectivamente), ambos com progênie desviada para machos. No entanto, para as cavidades maiores, foram encontradas razão sexual semelhantes à razão de 1 : 1 (1,2 M : 1 F nos ninhos-armadilha com 6,5 cm de comprimento/ 0,6mm Ø; 1,3 M : 1 F naqueles com 7 cm de comprimento/ 0,6mm Ø). O comprimento do ninho armadilha também exerceu efeito significativo sobre a razão sexual da prole, como também relatado por CAMILLO (2007) para *C. analis*, sendo encontrado uma razão sexual significativamente desviada em favor dos machos (1,45M:1F em ninhos-armadilha com comprimento de 5,8 cm e 6 mm Ø). GRUBER *et al.* (2011) em *O. bicornis*, registrou uma estreita relação entre o comprimento do ninho-armadilha e razão sexual alcançada, havendo um aumento significativo na percentagem de fêmeas com o aumento do comprimento dos ninhos-armadilha (20 cm de comprimento/ 0,7-1,0 cm Ø) .

Registros similares aos apresentados neste estudo foram encontrados para *C. analis* (JESUS & GAROFALO 2000, AGUIAR & MARTINS, 2002) e para outras espécies de *Centris*, tais como *C. tarsata* (SILVA et al, 2001, AGUIAR e GARÓFALO, 2004, MENDES e REGO, 2007, *C. dichrotricha* e *Centris terminata* (MORATO et al. 1999), *C. vittata* (PEREIRA et al., 1999), e em populações de *Tetrapedia curvitaris* (CAMILLO, 2000), *Tetrapedia diversipes* (AGUIAR & MARTINS, 2002). No entanto, resultados diferentes têm sido encontrados em outras populações de abelhas solitárias, tendo sido registrada diferença significativa da razão sexual de 1:1, com desvio em favor de machos, como para *C. tarsata* (AGUIAR e MARTINS, 2002; AGUIAR e GARÓFALO, 2004 em Baixa Grande, MACHADO, 2011), *Megachile (Moureapis) anthidioides* (SABINO, 2010), *Megachile (Moureapis) benigna* (TEIXEIRA et al. 2011), *Tetrapedia diversipes* (CORDEIRO, 2009 na M. Atlântica). Em outras populações, estas diferenças tem ocorrido em favor de fêmeas, como em *C. analis* (MACHADO, 2011), *C. tarsata* (BUSCHINI e WOLFF, 2006; MENDES e RÊGO, 2007, em monoculturas de eucalipto), *Tetrapedia diversipes* (CORDEIRO, 2009, na Cantareira)

A razão sexual da prole de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes podem ser afetadas por diversos fatores, tais como a sazonalidade, afetando a abundância dos recursos florais e na eficiência de forrageamento da fêmea (TORCHIO & TEPEDINO, 1980), e a dimensão da cavidade utilizada para nidificação, como o diâmetro da cavidade (STEPHEN & OSGOOD, 1965, RUST, 1998). Em algumas espécies observa-se uma maior produção de machos em ninhos de diâmetros menores, e um aumento na produção de fêmeas com o aumento no diâmetro do orifício (BOSCH, 1994 B) para *O. cornuta*. Poucos estudos apontam a influencia do comprimento do ninho-armadilha sobre a razão sexual da prole de abelhas solitárias (STEPHEN e OSGOOD, 1965, ALONSO et al, 2011). BOSCH (1994c) verificou que o comprimento dos ninhos-armadilha era um dos fatores determinantes da razão sexual dos indivíduos produzidos em *O. cornuta*, uma vez que, o aumento no comprimento causa alterou a razão sexual a favor das fêmeas. Assim, o numero de fêmeas produzidas aumentou com o comprimento dos ninhos-armadilha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de nidificação das abelhas nas áreas de estudo ocorreu na maior parte do ano, porém, nos meses de inverno houve redução ou suspensão das atividades.

Considerando os indivíduos emergidos e imagos mortos identificados na análise do conteúdo dos ninhos, houve uma maior produção de fêmeas. No entanto para as espécies mais abundantes, *C. analis* e *T. diversipes*, não foi verificada diferença na razão sexual. Além disso, foi possível verificar que a razão sexual por ninho de *C. analis* não foi afetada pelo comprimento do ninho-armadilha.

A maior incidência de mortalidade por causas desconhecidas foi registrada para *Centris analis*, principalmente no estágio de larva. Para ambas as áreas, houve uma maior frequência de mortalidade nos ninhos de menor comprimento, não havendo variação na frequência de mortalidade entre os demais comprimentos de ninhos-armadilha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

AGUIAR, C. M. L. A.; PINA, W. C. 2012. Mortalidade da prole de abelhas coletoras de óleo (Hymenoptera, Apidae) em áreas cultivadas com aceroleira In: Anais da Semana Entomológica da Bahia (SINSECTA), **Magistra**, v. 24, p. 136-142

ALONSO, J.D.S; SILVA, J.F.; GARÓFALO, C.A. 2012. The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, DOI: 10.1007/s13592-011-0110-0.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; G. A. R. MELO & J. G. ROZEN, JR. 2002. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum Novitates** v. 3377, p. 1–45.

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

ALVES DOS SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C; 2007. História Natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecol. Bras.** v. 11(4), p. 544-557.

BOSCH, J. 1994a. The nesting behaviour of the mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). **Apidologie**, v. 25, p. 84-93.

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

BOSCH, J.1994c. *Osmia cornuta* (Latreille) (Hym., Megachilidae) as a potencial pollinator in almond orchards. **J. Appl. Ent.** v. 117, p. 151-157.

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

BUSCHINI, M.L.T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie**, v. 37, p. 58-66.

BUSCHINI, M. L. T.; WOLFF, L. L., 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Brazilian Journal of Biology**, v.66, n.4, p.1091-1101.

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

CAMILLO, E. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Revista Biología Tropical** 53: 175–186.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C.; MUCCILLO, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 459-70.

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

CORDEIRO, G. D., 2009. Abelhas solitárias nidificantes em ninhos- Armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, SP.

COUTO, R.M.; CAMILLO, E. 2007. Influência da temperature na mortalidade de imaturos de *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Iheringia Série Zoologia**, v. 97, p. 51-55.

COVILLE, R.E.; FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata*. (Hymenoptera: Anthophoridae) with a Review of the Nesting Habitats of the Genus. **J. Kansas Entomol. Soc.**, v. 56, p. 109-122.

DÓREA, M.C.; AGUIAR, C.M.L.; FIGUEROA, L.E.R.; LIMA, L.C.L.E.; SANTOS, F.A.R. 2010a. 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.

DÓREA, M.C.; AGUIAR, C.M.L.; FIGUEROA, L.E.R.; LIMA, L.C.L.E.; SANTOS, F.A.R. 2010b. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. **Oecologia australis**, v. 14, n. 1, p. 232-237.

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

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

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

GARÓFALO, C.A. 2000. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilha em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. In: **Anais do Encontro sobre Abelhas-Ribeirão Preto**, SP, v. 4, p. 121-128.

GAROFALO, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estacao Ecologica dos Caetetus, Galia, SP. In: **Anais do Encontro sobre Abelhas**. p: 208–217. Ribeirao Preto, Universidade de Sao Paulo.

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

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

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

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

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

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

MACHADO, C. S., 2011. Biologia de nidificação e dieta das larvas dos polinizadores efetivos de *Malpighia emarginata* D.C. em uma área restrita do Recôncavo da Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA.

MAGALHÃES, C. B., 2012. Introdução da abelha coletora de óleo *Centris (Heterocentris) analis* para polinização e aumento de produtividade de cultivos comerciais de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Dissertação (mestrado) –

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, CE.

MELO, R. R.; ZANELLA, F. C. V. 2010. Sazonalidade na nidificação de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha em área de caatinga. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas** v.10, n. 2-4, p. 258-266.

MELO, R. R.; ZANELLA, F. C. V., 2012. Dinâmica de Fundação de Ninhos por Abelhas e Vespas Solitárias (Hymenoptera, Aculeta) em Área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 657-662.

MENDES, F.N.; REGO, M.M.C. 2007. 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.

MENEZES, G. B. *et al.* 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**, v. 56, n. 1, p. 86–94.

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

MESQUITA, T. M. S.; AUGUSTO, S. C., 2011. Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in the Brazilian savanna. **Tropical Zoology**, v. 24, p. 127-144.

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

MICHENER, C.D. 2007. The Bees of the World. 2nd ed., The John Hopkins University Press.

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

MORATO, E.F.; GARCIA, M.V.B.; CAMPOS, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris fabricius* (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 1213-1222.

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

MORATO, E.F., 2003. Biologia de *Megachile (Austromegachile) orbiculata* Mitchell (Hymenoptera, Megachilidae) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Apoidea Neotropica**, p. 57- 162.

MOURE, J. S., 2010. Tetrapediini Michener & Moure, 1957. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Feb/28/2013

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**, v. 192, p. 265-273.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A. 2010. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa griseescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopinae) em ninhos-armadilha. **Oecologia australis**, v. 14, n. 1, p. 193-209.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v. 30, p. 1-12.

PIRES, M. M.; GUIMARÃES P. R., 2012. Interaction intimacy organizes networks of antagonistic interactions in different ways. **Journal of the Royal Society Interface** doi:10.1098/rsif.2012.0649.

PINA, W.C.; 2010. **Atividade de nidificação de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) em ninhos artificiais, em pomares de acerola na região do Semi-Árido Baiano**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA.

PINA, W. C.; AGUIAR, C .M. L., 2011. Trap-nesting Bees (Hymenoptera: Apidae) in Orchards of Acerola (*Malpighia emarginata*) in a Semiarid Region of Brazil. **Sociobiology**, v. 58, n. 2, p. 379-392.

ROUBIK, D. W. 1989. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge Univ. Press.

RUST, R.W. 1998. The effects of cavity diameter and length on the nesting biology of *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Hymenoptera Research**. v. 7, p. 84-93.

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

SANTOS, A.M.; SERRANO, J.C.; COUTO, R.M.; ROCHA, L.S.G.; MELLO-PATIU, C.A.; GARÓFALO, C.A. 2008. Conopid flies (Diptera: Conopidae) parasitizing *Centris*

(*Heterocentris analis* (Fabricius)(Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 5, p. 606-608.

SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C.F.; ZANELLA, F.C.; ALVES, M.V.; CARVALHO, A.T.; DARRAULT, R.O.; DUARTE, Jr., J.A.; OLIVEIRA, M.D.; FERREIRA, A.G.; GUEDES, R.S. 2006. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. In: W.C. Santana, C.H. Lobo, K. Hartfelder (Eds.). **Anais do VII Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 443-454.

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

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Fundação Araucária. Belo Horizonte, MG.

STEPHEN, W.P.; OSGOOD, C.E. 1965. Influence of tunnel size and nesting medium on sex ratio in a leaf-cutter bee, *Megachile rotundata*. **J. Econ. Entomol.** v. 58, p. 965-968.

SZENTGYÖRGYI, H.; WOYCIECHOWSKI, M., 2012. Cocoon orientation in the nests of red mason bees (*Osmia bicornis*) is affected by cocoon size and available space. **Apidologie**, v. 7, p. 30-387.

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

TORCHIO, P. F.; TEPEDINO, V. J.. 1980. Sex ratio, body size and seasonality in a solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). **Evolution** 34: 993-1003.

TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**. v. 24, p. 697-608

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