



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

**NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS
(HYMENOPTERA: APIDAE) EM NINHOS
ARTIFICIAIS, EM POMARES DE ACEROLA, NA
REGIÃO DO SEMIÁRIDO BAIANO**

WELBER DA COSTA PINA

Feira de Santana

Março de 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

WELBER DA COSTA PINA

**NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS
(HYMENOPTERA: APIDAE) EM NINHOS ARTIFICIAIS,
EM POMARES DE ACEROLA, NA REGIÃO DO
SEMIÁRIDO BAIANO**

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.

Orientadora: Dr^a. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça

Feira de Santana

Março de 2010

WELBER DA COSTA PINA

**NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA:
APIDAE) EM NINHOS ARTIFICIAIS, EM POMARES DE
ACEROLA, NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BAIANO**

Dissertação apresentado 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, 18 de março de 2010.

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

Dr. Carlos Alberto Garófalo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP – FFCLRP)

Dra. Bartira Maria Vieira de Jesus
Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC)

*Dedico esse trabalho à minha mãe, a
meus avós, a meu tio e a meus irmãos*

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa se finda, devo, portanto, agradecer não só às pessoas que estiveram presentes nela, como também aquelas que me formaram como ser humano.

Sinto-me lisonjeado em expressar a minha gratidão pelo apoio de minha mãe Elenice, meu tio Florentino, meus avós maternos, Salustiano e Altina – exemplos de luta, dedicação e perseverança – a meus irmãos Rogério e Marcelo e a meus lindos sobrinhos Jean Victor e Alice. Devo-lhes imensamente a concretização desse sonho. Vocês constituem uma família que é o maior orgulho de minha vida.

A Juliana, sempre presente nos momentos mais estressantes. Obrigado pela paciência e apoio. Sua amizade, companheirismo e compreensão foram fundamentais.

A Prof^ª. Dr^ª. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça, por estar sempre disposto a me orientar. Por ter me auxiliado durante o curso deste trabalho e por ter acrescentado muito à minha vida profissional.

À Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo suporte logístico e infraestrutura, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao apoio do CNPq e MCT através do Edital MCT/CNPq/CT-Infra/CT-Petro/Ação Transversal IV Nº 16/2008, Processo: 620021/2008-0, Projeto de Cooperação e Consolidação de Pesquisas em Biologia, Ecologia, Conservação e Sistemática de Insetos Sociais (Hymenoptera) entre grupos de pesquisa em insetos sociais do Programa de Pós-Graduação em Zoologia-PPGZOO (UEFS) e Programa de Pós-Graduação em Zoologia-PPGZOO (USP).

Aos amigos David Lucas Rohr e Thiago Nilo pela ajuda no campo e dicas importantes para este estudo, além é claro da amizade.

A amiga Janete Jane Resende pelo apoio, amizade e pela boa convivência. Sem você acho que tudo se tornaria mais difícil.

Ao pessoal do LENT/ UEFS (Laboratório de Entomologia): à bióloga MSc. Patrícia Luiza de Oliveira Rebouças pela ajuda na confecção de tubinhos. Ao Prof. Dr. Gilberto Marcos de Mendonça Santos pela ajuda nas análises estatísticas e auxílio prestado em todos os momentos solicitados. A Prof^ª. Dr^ª. Miriam Gimenes por dicas importantes na execução desse trabalho. Aos Biólogos Emersom Mota da Silva e Ricardo Moreira Santos pela ajuda em campo e auxílio no acompanhamento da

emergência dos imagos. Ao biólogo Murilo Dantas pelo auxílio nas análises estatísticas. Em fim, a todos do Lent obrigado pela boa convivência e por fazer o momento de trabalho ser tão mais agradável e divertido.

Ao Dr. Freddy Ruben Bravo Quijano e Ivan Farias Castro pela identificação da família Bombyllidae e pelo apoio sempre que necessário.

Aos proprietários dos pomares de acerola, Dona Aurelina Santos, José Ferreira e a direção do Centro Territorial de Educação Profissional do Portal do Sertão (CETEPPS) pela realização desse trabalho em suas instalações.

Devo agradecer também a professora Dr^a Raquel Perez-Maluf, que me encaminhou para realização desse curso. Obrigado!.

A “família feirense” e colegas de curso: Aline, Bruna, Cezar, Lucas, Ednei, Ivan, Jane, Leila, Mário, Marissol, Nívea, Thiago, Alaninha, Cíntia, Alessandra, Carlinha, Monique, Mazinho, Ricardo, Emerson, Marcos, Thiago (Panda) e Thamara pela ótima convivência, pelos momentos divertidos, alegres e engraçados que passamos juntos! Além disso, espero que os momentos de aprendizagens e ensinamentos desses anos de convivência sejam sempre lembrados.

Ao meu primo Raymundo Vieira Filho pela excelente convivência e momentos de distração e bate-papo em casa.

Agradeço também a todos os professores que estiveram presentes em minha trajetória. Os conhecimentos ensinados foram de grande valia para minha formação pessoal e acadêmica.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente me auxiliaram em algum momento, pois a ajuda pode ter parecido pequena, mas foi bastante valiosa.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------|----|
| Índice de figuras | ix |
| Índice de tabelas | x |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I – Abelhas que nidificam em ninhos-armadilha em pomares de acerola em uma área restrita no semiárido baiano | 12 |
| Resumo | 13 |
| Abstract | 14 |
| Introdução | 15 |
| Objetivo Geral | 18 |
| Objetivos específicos..... | 18 |
| Material e Métodos..... | 19 |
| Área de estudo..... | 19 |
| Amostragem | 20 |
| Análise dos dados..... | 21 |
| Resultados | 22 |
| Discussão | 29 |
| Ocupação dos ninhos-armadilha..... | 29 |
| Distribuição temporal da atividade de nidificação..... | 30 |
| Mortalidade e Parasitismo..... | 31 |
| Potencial das abelhas que nidificam em ninhos-armadilha como polinizadores manejáveis a polinização da aceroleira no semiárido baiano | 33 |
| Referências bibliográficas | 37 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO II – Biologia de nidificação de <i>Centris analis</i> (Hymenoptera: Apidae: Centridini), em pequenos cultivos de acerola (<i>Malpighia emarginata</i>, Malpighiaceae) na região do semiárido baiano | 41 |
| Resumo | 42 |
| Abstract | 43 |
| Introdução | 44 |
| Objetivo Geral | 48 |
| Objetivos específicos..... | 48 |
| Material e Métodos..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| Área de estudo..... | 49 |
| Amostragem | 49 |
| Análise dos dados..... | 51 |
| Resultados | 52 |
| Utilização das cavidades artificiais por <i>Centris analis</i> | 52 |
| Flutuação mensal na atividade de fundação dos ninhos por <i>Centris analis</i> | 53 |
| Emergência, conteúdo das células e razão sexual..... | 54 |
| Parasitismo e mortalidade | 56 |
| Discussão | 58 |
| Ocupação dos ninhos-armadilha..... | 58 |
| Distribuição temporal da atividade de nidificação..... | 60 |
| Número de células por ninho e razão sexual..... | 62 |
| Parasitismo e mortalidade | 65 |
| Avanços e desafios no manejo de <i>Centris analis</i> para polinização de <i>Malpighia</i> <i>emarginata</i> | 67 |
| Referências bibliográficas | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1. Número de ninhos de abelhas fundados em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos, em três pomares de acerola, em Feira de Santana, BA. | 23 |
| Figura 1.2 Número de ninhos de abelhas coletado de outubro/2008 a setembro/2009 em pomares de acerola, temperatura média e precipitação mensal, em Feira de Santana, BA..... | 25 |
| Figura 2.1 Número de ninhos de <i>C. analis</i> fundados em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos em dois pomares de acerola, em Feira de Santana, BA..... | 52 |
| Figura 2.2 Número de ninhos de abelhas coletado em pomares de acerola, precipitação e temperatura média mensal, em Feira de Santana, BA, de outubro/2008 a setembro/2009... .. | 53 |
| Figura 2.3 Número de dias (média e desvio padrão) decorridos da coleta dos ninhos até a emergência de machos e fêmeas de <i>Centris analis</i> | 54 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1.1. Número de ninhos de abelhas obtidos em ninhos-armadilha, em três pomares de acerola, na região de Feira de Santana, BA. | 22 |
| Tabela 1.2. Abundância mensal de ninhos de abelhas nidificantes em cavidades preexistentes, em pomares de acerola em Feira de Santana, BA | 25 |
| Tabela 1.3. Mortalidade da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, em diferentes estágios de desenvolvimento, em pomares de acerola de Feira de Santana, Bahia | 26 |
| Tabela 1.4. Taxas de mortalidade por causas desconhecidas da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha em pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia | 26 |
| Tabela 1.5. Número de células de cria parasitadas, em diferentes espécies de abelhas em pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia | 27 |
| Tabela 1.6. Taxa de parasitismo de células de cria em espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, em pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia..... | 27 |
| Tabela 2.1. Mortalidade da prole <i>C. analis</i> em diferentes estágios de desenvolvimento nos diferentes comprimentos de ninho-armadilha, em dois pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia. | 56 |

| | |
|--|----|
| Tabela 2.2. Número de células de cria de <i>C. analis</i> parasitadas em pomares de acerola e em dois comprimentos de ninhos-armadilha em Feira de Santana, Bahia | 56 |
|--|----|

CAPÍTULO I

ABELHAS QUE NIDIFICAM EM NINHOS- ARMADILHA EM POMARES DE ACEROLA EM UMA ÁREA RESTRITA NO SEMIÁRIDO BAIANO

RESUMO

Estudos sobre a diversidade e sobre aspectos da biologia reprodutiva de abelhas em áreas agrícolas são muito escassos no Brasil. Este trabalho objetivou gerar dados sobre riqueza, abundância, atividade anual e biologia de nidificação das espécies de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha (=NA) e que apresentam potencial para a polinização de aceroleira, em uma área restrita (Feira de Santana, BA) no semiárido baiano. Foram realizadas amostragens com ninhos-armadilha (10 e 5 cm de comprimento, 0,8 cm de diâmetro), confeccionados com cartolina preta e introduzidos em orifícios feitos em placas de madeira sólidas. Estes NA foram disponibilizados em três pomares e inspecionados uma vez por mês, de outubro/2008 a setembro/ 2009. Foram obtidos 254 ninhos, havendo maior número de nidificações nos dois pomares de agricultura familiar (n=134 e n= 94) do que o pomar experimental (n= 26). *Centris analis*, *C. tarsata* e *Tetrapedia diversipes* nidificaram nos NA, sendo *C. analis* a espécie mais abundante em número de ninhos estabelecidos (n=213). *C. tarsata* e *T. diversipes* nidificaram em baixa frequência (8.3% e 7.2% dos ninhos, respectivamente) nos três cultivos. As três espécies utilizaram os dois tamanhos de NA, porém nidificaram com menor frequência nos menores (n=65) que nos maiores (n=189). As abelhas nidificaram principalmente de dezembro/2008 a abril/2009. Os inimigos naturais que emergiram dos ninhos incluíram uma espécie de Bombyliidae (Diptera) e os himenópteros *Coelioxys* sp, *Mesocheira bicolor*, *Coelioxoides* sp. e *Leucospis* sp. Nossos resultados indicam que *C. analis* é a espécie de polinizador da aceroleira com maior importância localmente, em função de sua grande abundância de ninhos, o que sugere que esta espécie apresenta bom potencial para manejo com vistas à polinização da aceroleira no semiárido baiano.

Palavras-chave: Acerola, Abelhas solitárias, Biologia de nidificação, *Centris*, *Malpighia emarginata*.

ABSTRACT

Studies of the diversity and biology of bees in agricultural areas are still very scarce in Brazil. The present work examined the richness, abundance, annual activity, and biology of bee species that nest in trap-nests (=TN) and that have potential as pollinators of acerola orchards in the semiarid region near Feira of Santana, Bahia State, Brazil. Collections were made using trap-nests constructed from black cardboard (straws either 5 or 10 cm in length, 0.8 cm in diameter) that were inserted into cavities drilled length-wise in wooden blocks. The TN were set in three orchards and inspected every month between October/2008 and September/ 2009. A total of 254 nests were obtained, with more nests in the orchards of family farms (n=134 e n= 94) than in experimental farms (n= 26). *Centris analis*, *C. tarsata* and *Tetrapedia diversipes* used the NT, with *C. analis* making the most nests (n= n=213). *C. tarsata* and *T. diversipes* nidified at low frequency (8.3% and 7.2% respectively) at all three sites. The three species utilized both TN tube lengths, although they nested with lower frequency in the smaller (n=65) than the larger tubes (n=189). The bees nested principally from December/2008 through April/2009. Natural enemies found in the nests included a species of Bombyliidae, *Coelioxys* sp, *Mesocheira bicolor*, *Leucospis* sp, and *Coelioxoides* sp. Our results indicate that *C. analis* is the most important local pollinator of acerola plants as measured by the high abundance of its nests, and suggests that this bee species offers significant potential for management for pollinating acerola orchards in the semiarid region of Bahia State.

Key-words: Acerola, solitary bees, Nesting biology, *Centris*, *Malpighia emarginata*,.

INTRODUÇÃO

A riqueza e a abundância de espécies de abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes tem sido estudada em diferentes biomas brasileiros, através da técnica de ninhos-armadilha. Estudos foram realizados em diferentes fisionomias de Cerrado e em fragmentos de Florestas no estado de São Paulo (Camillo *et al.*, 1995; Garófalo, 2000; Garófalo, 2008; Gazola e Garófalo, 2009), em áreas da Floresta na Amazônia (Morato *et al.*, 1999), em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina (Krug e Alves-dos-Santos, 2008), em Floresta de Araucária e brejos no Paraná (Buschini, 2006), em Floresta Semidecídua e Caatingas na Bahia (Aguiar *et al.*, 2005). Vários estudos similares foram realizados também em ecossistemas litorâneos, incluindo amostragens na vegetação de tabuleiro (Aguiar e Martins, 2002), em áreas de manguezais e restinga (Madeira-da-Silva *et al.*, 2003) na Paraíba (Mamanguape) e em vegetação de dunas (Salvador, Bahia) (Viana *et al.*, 2001).

A técnica de ninhos-armadilha também tem sido empregada para estudar comunidades de abelhas em áreas urbanas. Alves-dos-Santos (2003) amostrou a riqueza e abundância da fauna de abelhas em uma área da cidade de São Paulo, Loyola e Martins (2006) estudaram a ocupação de ninhos-armadilha por espécies de vespas e abelhas solitárias em um fragmento de mata urbana em Belo Horizonte, avaliando as mudanças na frequência de nidificação das espécies ao longo do tempo, e Viana *et al.* (2006) analisaram o efeito das variações da estrutura do habitat sobre a comunidade de abelhas e vespas que nidificam em cavidades, em remanescentes urbanos de mata Atlântica, em Salvador.

Apesar do crescente número de estudos sobre a nidificação das abelhas em ambientes naturais e urbanos, até o momento poucos estudos abordando a nidificação de

abelhas solitárias foram realizados em áreas agrícolas (ex. Freitas e Oliveira-Filho, 2003; Oliveira-Filho e Freitas, 2003; Schlindwein *et al.*, 2006; Oliveira e Schlindwein, 2009). Schlindwein *et al.* (2006) caracterizaram as necessidades ambientais das espécies de abelha indicadas como polinizadores efetivos da cultura de acerola, incluindo identificação dos locais para nidificação e da disponibilidade de recursos suplementares nos arredores dos plantios, e investigaram a preferência das fêmeas por cavidades de diferentes diâmetros para nidificação, visando a elaboração de um diagnóstico dos polinizadores e de um plano de manejo para os polinizadores de aceroleira na Zona da Mata em Pernambuco e na Paraíba (João Pessoa), e em uma área de Caatinga (Patos, Paraíba). Posteriormente, Oliveira e Schlindwein (2009) aprofundaram o estudo sobre a biologia de nidificação e as fontes de recursos alimentares para a abelha solitária *Centris analis* em áreas agrícolas. A partir destes dados, estes autores sugeriram que existe viabilidade para a utilização de *Centris analis* como um polinizador potencialmente manejável para a polinização de aceroleira na Zona da Mata de Pernambuco.

O manejo de abelhas nativas para a polinização de culturas foi sugerido diversas vezes e tem sido implementado em diferentes países, como uma das estratégias para garantir uma agricultura sustentável. No Brasil, o principal desafio para o avanço da utilização de abelhas nativas para a polinização de culturas é a escassez de conhecimento sobre diferentes aspectos da biologia das abelhas nativas (Freitas *et al.*, 2006). Estes estudos são fundamentais para o desenvolvimento de técnicas para implementar o aumento do tamanho das populações de polinizadores em agrossistemas, uma vez que geram grande quantidade de dados biológicos aplicáveis ao manejo de populações de polinizadores.

Centris é um dos gêneros de abelhas comuns no Brasil, com grande número de espécies, algumas das quais nidificam em cavidades artificiais, o que possibilita que seus ninhos possam ser estudados com a técnica de ninhos-armadilha. As espécies incluídas nos subgêneros *Hemisiella*, *Heterocentris* e *Xanthemisia* nidificam em cavidades pré-existentes (Coville *et al.*, 1983). Várias espécies de *Centris* que nidificam em cavidades artificiais foram alvo de estudos de biologia de nidificação, tais como *Centris vittata* (Pereira *et al.*, 1999), *C. dichrotricha* (Morato *et al.* 1999), *C. terminata* (Morato *et al.* 1999; Drummont *et al.* 2008), *C. tarsata* (Silva *et al.*, 2001; Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004; Mendes e Rêgo, 2007; Buschini e Wolff, 2006), *C. trigonoides* (Aguiar *et al.* 2006) e *C. analis* (Morato *et al.* 1999; Aguiar e Martins, 2002; Jesus e Garófalo, 2000; Alonso e Garófalo, 2008; Oliveira e Schlindwein, 2009).

OBJETIVO GERAL

Este estudo visa gerar dados sobre riqueza, abundância e atividade anual de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha e que apresentam potencial para a polinização de aceroleira na região do semiárido baiano. Estes dados são aplicáveis ao desenvolvimento de sistemas de manejo de populações de polinizadores, com vistas à polinização de culturas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 – Identificar quais espécies de potenciais polinizadores da aceroleira utilizam cavidades artificiais disponibilizadas para nidificação, em cultivos com diferentes características, na região de Feira de Santana (BA).

2 - Avaliar a taxa de ocupação das cavidades disponibilizadas para nidificação pelas espécies de abelhas visitantes de aceroleira, em cultivos em Feira de Santana (BA).

3 - Descrever a flutuação mensal na abundância de ninhos estabelecidos por espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, em pomares de aceroleira na região de Feira de Santana (BA).

4 – Investigar quais os inimigos naturais que atacam os ninhos destas abelhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no distrito de Maria Quitéria (12° 16'00" S/ 38°58'00" W), município de Feira de Santana, Bahia. A região 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 de temperatura mais amena, de junho a agosto (20°C a 23°C). A dinâmica de chuvas acontece com maior intensidade nos meses de novembro a maio, e é menor de agosto a outubro (CEI-BA, 1994).

Foram realizados estudos em três pomares, sendo dois deles, PI (12° 17,3'S / 38° 58,9'W) e PII (12° 7,4S / 38° 58,7'W), mantidos em sistema de agricultura familiar, com aproximadamente 350 plantas, instalados em uma comunidade quilombola do distrito de Maria Quitéria, e o outro, PIII (12° 10,9' S / 38° 59, 4'W), um pomar experimental, com cerca de 300 plantas instalado no Centro Territorial de Educação Profissional do Portal do Sertão (CETEPPS), antiga escola agrotécnica. Os pomares I e II estão distantes entre si 0,58 km e distam do pomar III cerca de 6,56 km.

No Pomar I é realizado manejo manual (capinagem) das plantas herbáceas dentro do cultivo, enquanto no Pomar II não ocorre tal manejo. Nos arredores dos pomares existem plantações de culturas temporárias, como feijão e milho, além de áreas que são utilizadas como pastagem. No pomar do CETEPPS, não existe manejo manual da cultura. Quando as plantas herbáceas estão grandes, o gado é colocado no pomar para forragear nestas plantas. Nos arredores do pomar existe uma plantação de graviola, áreas anteriormente ocupadas por outras culturas e atualmente em processo de

regeneração, com algumas árvores esparsas e áreas de pastagem. Em nenhum dos pomares ocorrem irrigação e aplicação de inseticidas.

Amostragem

Neste estudo foram utilizados ninhos-armadilha (NA) confeccionados com cartolina preta, na forma de tubos, com uma das extremidades fechada com o mesmo material. As dimensões dos NA foram 0,8 cm de diâmetro e comprimentos de 10,0 e 5,0 cm. Estes NA foram introduzidos em orifícios feitos em placas sólidas de madeira (n=20) com 56 orifícios cada. As placas foram distribuídas nos três pomares (quatro placas de 5cm e quatro de 10cm nos pomares I e III, duas placas de 5cm e duas de 10 cm no pomar II), sendo instaladas em estantes de aço com prateleiras, cobertas por lona plástica, para proteger os ninhos da chuva e do sol (conforme Aguiar & Garófalo, 2004).

Os ninhos-armadilha foram instalados em setembro de 2008, e inspecionados uma vez por mês, de outubro de 2008 a setembro de 2009. Cada inspeção foi feita com a ajuda de um otoscópio, útil para a observação do interior do ninho. Quando os ninhos apresentavam parede de fechamento completa, eles eram coletados e levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. Para cada ninho retirado, outro NA vazio foi colocado no mesmo lugar, mantendo o número de unidades disponíveis constante ao longo do tempo.

No laboratório, cada ninho trazido do campo foi colocado dentro de um tubo de ensaio e fechado com algodão. Os ninhos foram mantidos em temperatura ambiente e foram observados diariamente, até a emergência dos imagos, que foi registrada em banco de dados. Ninhos e células foram abertos pelo menos 45 dias após a coleta em campo, para análise do conteúdo (número de células construídas por 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, montados a seco, identificados e depositados na Coleção Entomológica Professor Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZUEFS).

Os dados mensais de temperatura e pluviosidade foram obtidos no site Agritempo (<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/>) do governo federal.

Análises de dados

O teste do Qui-quadrado (tabela de contingência) foi utilizado para comparar os três pomares amostrados sob os seguintes aspectos: (1) percentual de ninhos-armadilha ocupados em cada área, (2) taxa de mortalidade dos imaturos, (3) taxa de parasitismo e (4) taxa de ocupação total dos ninhos (de 5 e 10cm). O teste de Mann-Whitney foi utilizado para verificar se, em cada mês, os ninhos foram preferencialmente estabelecidos em cavidades com um dos dois comprimentos oferecidos (5 e 10 cm). A análise de regressão simples foi realizada para verificar se houve efeito da temperatura e precipitação mensal sobre a frequência de ninhos fundados em cada mês. O teste do Qui-Quadrado, teste de Mann-Whitney e a análise de Regressão foram disponibilizados pelo programa estatístico Bioestat 5.0.

RESULTADOS

Três espécies de abelhas, *Centris analis*, *Centris tarsata* e *Tetrapedia diversipes*, nidificaram nos ninhos-armadilha nos pomares de aceroleira. A espécie com maior número de ninhos fundados (n=213) foi *C. analis*, responsável por 83,8% dos ninhos obtidos, enquanto *C. tarsata* e *T. diversipes* fundaram poucos ninhos (correspondendo a 8,7% e 7,5% dos ninhos, respectivamente) em todos os pomares (**Tab. 1.1**). *C. tarsata* e *T. diversipes* nidificaram nos três cultivos de acerola, mas sempre com baixa abundância de ninhos fundados (**Tab. 1.1**).

Tabela 1.1. Número de ninhos de abelhas obtidos em ninhos-armadilha, em três pomares de acerola, na região de Feira de Santana, BA.

| Espécies de abelhas | Pomares | | | Total |
|------------------------------|---------|----------|-----------|-------|
| | Pomar I | Pomar II | Pomar III | |
| <i>Centris analis</i> | 127 | 86 | 0 | 213 |
| <i>Centris tarsata</i> | 4 | 3 | 15 | 22 |
| <i>Tetrapedia diversipes</i> | 3 | 5 | 11 | 19 |
| Total | 134 | 94 | 26 | 254 |

Nos três pomares em conjunto, foi obtido um total de 254 ninhos, sendo que os pomares de agricultura familiar apresentaram maior número de nidificações. No pomar experimental do CETEPPS (pomar III) foi encontrada a menor quantidade de ninhos estabelecidos (n= 26). As taxas de ocupação dos ninhos-armadilha nos pomares I, II e III foram, respectivamente, 29,91%, 41,96% e 5,80%, existindo uma diferença significativa ($\chi^2 = 86.999$; $p < 0.0001$) na ocupação dos ninhos-armadilha entre os pomares de agricultura familiar e o pomar experimental.

Centris analis foi a abelha com maior número de células construídas (n=813), seguida por *T. diversipes* (n=70) e *C. tarsata* (n=59). Emergiram adultos a partir de 211 dos 254 ninhos coletados (83,1%), sendo 114 (54%) ninhos oriundos do pomar I, 85

(40,3%) do pomar II e apenas 12 ninhos (5,7%) do pomar III. Nos 43 ninhos (16,9%) restantes, não houve emergência de adultos, porque os indivíduos haviam morrido dentro dos ninhos. Emergiram 680 indivíduos (incluindo abelhas nidificantes e parasitas) a partir dos ninhos. *Centris analis* foi a espécie com maior quantidade de imagos que emergiram (n= 594), seguido por *Tetrapedia diversipes* (n =29) e *C. tarsata* (n=24). Os demais indivíduos que emergiram eram insetos parasitas (n=33), pertencentes a cinco espécies.

As três espécies de abelhas nidificantes utilizaram os dois tamanhos de NA (5 e 10cm) disponibilizados, porém o número total de ninhos obtido nos tubos de 5cm de comprimento (n=65) foi significativamente menor que o obtido nos tubos de 10cm (n=189) ($\chi^2 = 49.750$; $p < 0.0001$). Todas as espécies estabeleceram mais ninhos nos tubos de 10 cm de comprimento: *C. analis* (78,9% de seus ninhos), *C. tarsata* (77,3%) e *T. diversipes* (73,7%) (**Fig. 1.1**).

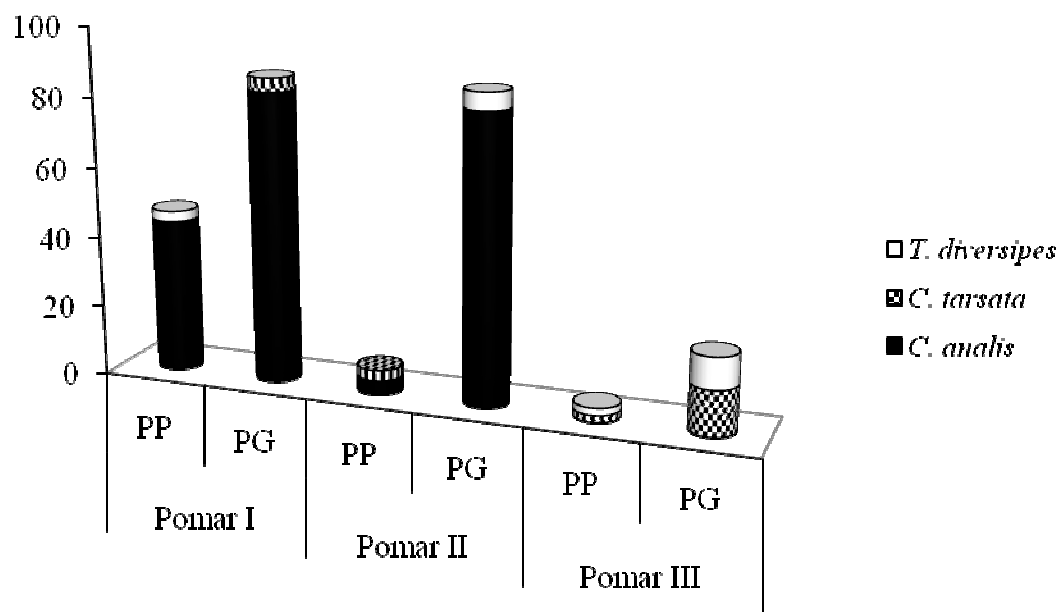


Figura 1.1. Número de ninhos de abelhas fundados em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos em três pomares de aceroleira, em Feira de Santana, BA. PP: ninho-armadilha de 5 cm de comprimento. PG: ninho-armadilha de 10 cm de comprimento.

Houve atividade de nidificação de abelhas ao longo do ano, principalmente de dezembro de 2008 a abril de 2009, com picos de números de ninhos estabelecidos em abril/09 (n=65) e em janeiro/09 (n=59). Estes picos refletem a forte influência que a espécie mais frequente (*C. analis*), e que nidificou ao longo do ano, exerceu sobre o total de ninhos obtidos. No início do estudo (outubro/08 e novembro/08) o número de ninhos obtido foi pequeno, assim como a partir de maio/09, quando foi observado decréscimo na fundação de ninhos (**Fig. 1.2**). *T. diversipes* nidificou principalmente nos meses de fevereiro a abril, com maior número de ninhos estabelecidos em abril (n=10). O período de nidificação de *C. tarsata* foi de janeiro a maio, com maior abundância de ninhos no primeiro trimestre deste período, e em setembro foi reiniciada a atividade de nidificação (**Tab. 1.2**).

Não houve correlação entre a temperatura e a frequência mensal de nidificações das três espécies de abelhas: *C. analis* ($r = 0.4196$; $p = 0.1723$), *C. tarsata* ($r = 0.5749$; $p = 0.0586$) e *T. diversipes* ($r = 0.2260$; $p = 0.5142$). Também não houve correlação entre a precipitação mensal e a frequência mensal de nidificações das abelhas: *C. analis* ($r = 0.0138$; $p = 0.9650$), *C. tarsata* ($r = 0.0209$; $p = 0.90471$) e *T. diversipes* ($r = 0.0190$; $p = 0.9522$). Dados de abundancia mensal de ninhos das três espécies nidificantes estão apresentados na Tabela 1.2.

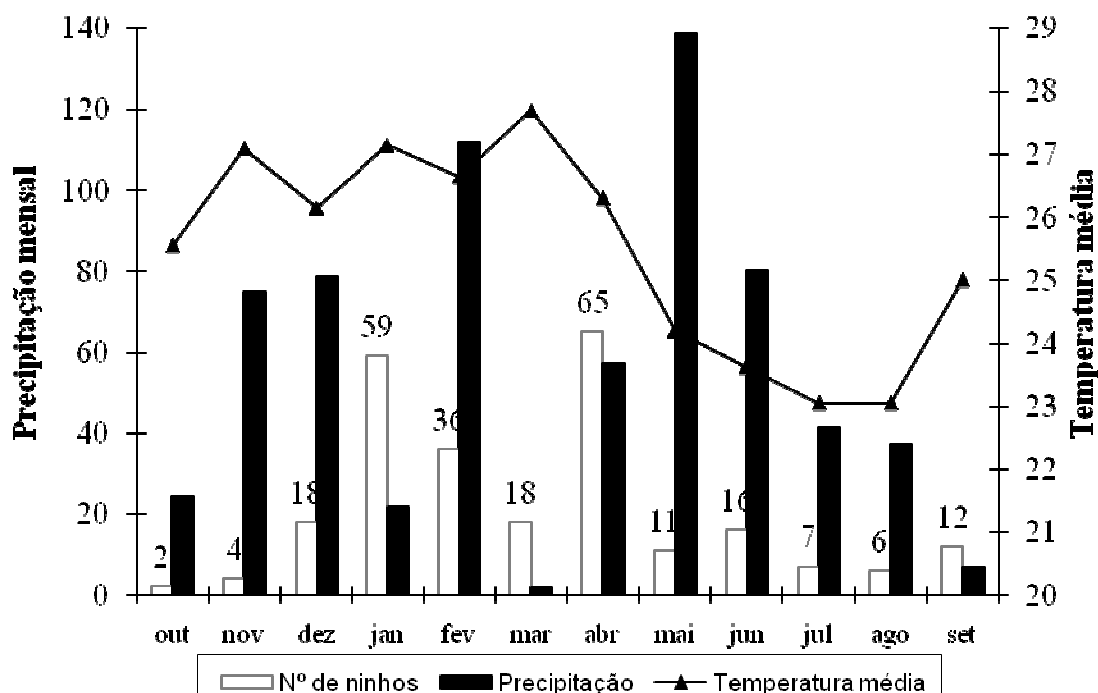


Figura 1.2. Número de ninhos de abelhas coletados de outubro/2008 a setembro/2009 em pomares de acerola, temperatura média e precipitação mensal, em Feira de Santana, BA.

Tabela 1.2. Abundância mensal de ninhos de abelhas nidificantes em cavidades preexistentes, em pomares de aceroleira em Feira de Santana, BA.

| Espécies | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | Total |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| <i>C. analis</i> | 2 | 4 | 18 | 53 | 25 | 11 | 54 | 9 | 16 | 7 | 4 | 10 | 213 |
| <i>C. tarsata</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 |
| <i>T. diversipes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 19 |

A taxa de mortalidade por causas desconhecidas (razão entre o número de células contendo provisões ou indivíduos mortos e o número total de células construídas) nos ninhos estabelecidos nas cavidades preexistentes nos pomares PI, PII e PIII foi respectivamente 25,0%, 26,6% e 56,7%. Houve diferença significativa entre as taxas de mortalidade observadas no pomar III e nos outros dois pomares ($\chi^2 = 40.565$; $p < 0.0001$). A maior incidência de mortalidade por causas desconhecidas no primeiro estágios do desenvolvimento, foi registrada em *Centris analis* (n=95) (**Tab. 1.3**). As

taxas de mortalidade registradas para cada espécie de abelha em cada pomar estão apresentadas na Tabela 1.4.

Tabela 1.3. Mortalidade da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha, em diferentes estágios de desenvolvimento, em pomares de acerola de Feira de Santana, Bahia. (O = ovo, L = larva, P = pupa, M = macho adulto e F = fêmea adulta).

| Espécie | Pomar I | | | | | Pomar II | | | | | Pomar III | | | | |
|----------------------|---------|----|---|---|----|----------|----|---|---|----|-----------|---|---|---|---|
| | O | L | P | M | F | O | L | P | M | F | O | L | P | M | F |
| <i>C. analis</i> | 60 | 12 | 2 | 9 | 28 | 35 | 10 | 4 | 6 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C. tarsata</i> | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 14 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| <i>T. diversipes</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 2 | 2 | 1 | 9 | 4 | 2 | 1 | 2 |

Tabela 1.4. Taxas de mortalidade por causas desconhecidas da prole de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha em pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia.

| Espécie | Pomar I | Pomar II | Pomar III |
|----------------------|---------|----------|-----------|
| <i>C. analis</i> | 24% | 25% | --- |
| <i>C. tarsata</i> | 38% | 50% | 50% |
| <i>T. diversipes</i> | 42% | 42% | 67% |

Cinco espécies de parasitas emergiram a partir dos ninhos obtidos nos pomares de aceroleira: três espécies de abelhas *Coelioxys* sp. (Megachilidae), *Coelioxoides* sp. (Apidae), *Mesocheira bicolor* (Apidae), uma espécie de vespa *Leucospis* sp. (Leucospidae) e uma espécie de Bombyliidae (Diptera) (Tab. 1.5). *Coelioxys* sp e *Mesocheira bicolor* foram associados com ninhos de mais de uma espécie de abelha hospedeira (*C. analis* e *C. tarsata*) e *Coelioxoides* sp. foi associado exclusivamente a *Tetrapedia diversipes*. *Centris analis* foi a espécie hospedeira atacada pelo maior número de inimigos naturais (quatro espécies).

A taxa total de parasitismo (isto é, a razão entre número de células parasitadas e o número total de células construídas) nos três pomares analisados foi PI = 3,2%, PII = 1,8% e PIII = 13,4%. Existiu uma diferença significativa na taxa de parasitismo entre os pomares de agricultura familiar (PI, PII) e o pomar experimental do CETEPPS (PIII) ($\chi^2 = 23.404$; $p < 0.0001$). A taxa de parasitismo de células de cria em cada espécie de abelha nidificante está apresentada na Tabela 1.6.

Tabela 1.5. Número de células de cria parasitadas em diferentes espécies de abelhas em pomares de acerola em Feira de Santana, Bahia.

| Espécie parasita | Espécie parasitada | Pomar I | Pomar II | Pomar III |
|---------------------------|----------------------|---------|----------|-----------|
| Bombyliidae sp.1 | <i>C. analis</i> | 8 | 1 | 0 |
| <i>Coelioxys</i> sp. | <i>C. analis</i> | 1 | 0 | 0 |
| | <i>C. tarsata</i> | 1 | 0 | 3 |
| <i>Leucospis</i> sp. | <i>C. analis</i> | 5 | 2 | 0 |
| <i>Mesocheira bicolor</i> | <i>C. analis</i> | 0 | 3 | 0 |
| | <i>C. tarsata</i> | 0 | 1 | 1 |
| <i>Coelioxoides</i> sp. | <i>T. diversipes</i> | 1 | 0 | 5 |

Tabela 1.6. Taxa de parasitismo de células de cria de espécies de abelhas nidificantes em ninhos-armadilha em pomares de aceroleira em Feira de Santana, Bahia.

| Espécie | Pomar I | Pomar II | Pomar III |
|---------------------|---------|----------|-----------|
| <i>C. analis</i> | 2,97% | 1,74% | --- |
| <i>C. tarsata</i> | 7,69% | 16,66% | 10% |
| <i>T.diversipes</i> | 8,33% | 0% | 18,51% |

DISCUSSÃO

Ocupação dos ninhos-armadilha

O número total de ninhos fundados pelas abelhas solitárias nos ninhos-armadilha disponibilizados nos pomares de aceroleira em sistema de agricultura familiar (PI e PII, 134 e 94 ninhos, respectivamente) pode ser considerado alto, enquanto o número de nidificações estabelecido no pomar experimental (PIII) foi bastante reduzido ($n= 26$). O total de ninhos ($n= 254$) coletados neste estudo, com três pontos de amostragem em Feira de Santana, excedeu o total de ninhos encontrados em alguns trabalhos desenvolvidos em ambientes naturais, por exemplo, Viana *et. al.*, (2001) realizado em dunas litorâneas de Salvador na Bahia (uma área amostrada, 67 ninhos), Buschini (2006) em florestas de Araucárias, capinzais e brejos no Paraná (10, 47 e 63 ninhos, respectivamente) e Loyola e Martins (2006), em floresta semidecídua urbana em Belo Horizonte, Minas Gerais (nove fragmentos, 137 ninhos).

A taxa de ocupação dos NA foi significativamente diferente entre os pontos de amostragem (pomar I = 29, 91%, pomar II = 41,96% e pomar III = 5,80%). Os fatores que influenciaram a baixa ocupação dos ninhos-armadilha no pomar experimental (PIII) ainda não são bem compreendidos, e podem estar relacionados com as características da área de entorno, já que este pomar está instalado dentro da área de uma escola agrícola e em um ambiente com maior urbanização do que os outros dois pomares, cujo entorno é formado por culturas de subsistência rotativas e fruteiras. Provavelmente o entorno destas três áreas difere na disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas e de locais naturais para nidificação.

A riqueza de espécies de abelhas fundadoras de ninhos (três espécies) em cavidades de 10 cm e 5 cm de comprimento por 0,8 cm de diâmetro encontrada neste

estudo, foi ligeiramente menor do que a observada em pomares de aceroleira na região da zona da mata em Pernambuco por Oliveira e Schlindwein (2009) (quatro espécies), que utilizaram ninhos-armadilha com oito diâmetros diferentes (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, e 12 mm) e comprimentos de 7,5 a 8,5 cm. As classes de diâmetro dos ninhos-armadilha disponibilizados (Vandenberg, 1995), o grau de exposição dos ninhos-armadilha ao sol (Frankie *et al.*, 1988; Ferreira e Martins, 2008) e a disponibilidade de substratos naturais para nidificação (Frankie *et al.*, 1988; Viana *et al.*, 2001), dentre outros fatores, podem influenciar a riqueza e a taxa de ocupação de ninhos-armadilha pelas abelhas. Nas amostras de Feira de Santana, *Dicranthidium* sp. (Megachilidae, Anthidiini), uma espécie de abelha de tamanho muito pequeno representada em outros pomares de aceroleira (Oliveira e Schlindwein, 2009), não foi encontrada, o que pode ter decorrido do fato de não termos oferecido cavidades de diâmetros inferiores a 8 mm.

Distribuição temporal da atividade de nidificação

Considerando os três pontos de amostragem em conjunto, as abelhas nidificaram com maior intensidade nos meses mais quentes, e houve um número reduzido de nidificações no período frio (inverno), apesar de não ter sido encontrada associação estatisticamente significativa entre a frequência de nidificação mensal com pluviosidade e temperatura. É necessário ressaltar que as tendências encontradas em nosso estudo são fortemente influenciadas pelo grande número de ninhos de *C. analis*, pois como esta espécie foi extremamente dominante, ela sozinha determinou os picos de número de ninhos fundados. Em outros estudos no Brasil, também foi encontrada concentração das atividades de nidificação das abelhas nos meses mais quentes (Aguiar *et al.*, 2005; Loyola e Martins, 2006; Alonso e Garófalo, 2008). É provável que a distribuição temporal da atividade de nidificação seja influenciada por fatores climáticos,

considerando que estes influenciam a disponibilidade de recursos florais, indispensáveis ao provisionamento dos ninhos e à manutenção das abelhas adultas.

Em nosso estudo o período de nidificação de *C. tarsata* foi de janeiro a maio, com maior abundância de ninhos no primeiro trimestre deste período, e recomeço da atividade de nidificação em setembro. Em uma área de floresta semidecídua (Baixa Grande, BA) (Aguiar *et al.*, 2005) esta espécie teve um período de nidificação mais longo (setembro a maio) do que o encontrado em áreas situadas em vegetação mais seca na região semiárida, como em Ipirá (BA) (setembro a março) (Aguiar *et al.*, 2005) e Feira de Santana (janeiro a maio). O número de ninhos desta espécie obtido em Feira de Santana foi muito pequeno para traçar conclusões sobre a extensão do período de atividades desta espécie nesta localidade.

Mortalidade e Parasitismo

A taxa de mortalidade foi elevada nos três pomares amostrados, principalmente no pomar III (PI = 25,0%, PII = 26,6% e PIII = 56,7%). A principal diferença do pomar III para os outros dois pomares é maior grau de exposição dos ninhos ao sol e eventualmente à umidade, visto que nos pomares I e II os ninhos-armadilha foram instalados sob árvores, e que no pomar III não foi possível encontrar um local mais protegido para instalar os ninhos-armadilha. Além disso, no pomar III existe maior possibilidade de interferência humana (ex. manusear as placas), pois ele está instalado nas dependências de uma escola.

A mortalidade foi elevada nas três espécies nidificantes, sendo mais acentuada em *T. diversipes* (42% a 67% das células) e em *C. tarsata* (38% a 50% das células) do que em *C. analis* (24 a 25%), e foi especialmente importante no primeiro estágio do desenvolvimento (ovo), o que pode ter sido causado, ao menos em parte, pela

manipulação dos ninhos (remoção dos tubos da placa de madeira e transporte para o laboratório). Taxas de mortalidade de 26% a 70%, às vezes com ampla variação para a mesma espécie, têm sido encontradas para espécies de abelhas que nidificam em cavidades (Pereira *et al.*, 1999; Jesus e Garófalo, 2000; Gazola e Garófalo, 2003, Aguiar e Garófalo, 2004; Couto e Camillo, 2007). Para *Centris tarsata*, Aguiar e Garófalo (2004) encontraram mortalidade de 42% das células na caatinga e 41% em floresta semidecídua, enquanto Buschini e Wolff (2006) observaram taxas de mortalidade ainda mais elevadas para a mesma espécie (70%, 67% e 58%), em ninhos de diferentes diâmetros (0,7, 1,0 e 1,3 cm, respectivamente), em áreas de florestas de Araucárias, brejos e pastagens.

A mortalidade da prole das abelhas que nidificam em cavidades é em geral atribuída a causas desconhecidas que ocasionam falhas no desenvolvimento, ou à influência da temperatura sobre o desenvolvimento dos imaturos, a qual afeta especialmente os estágios iniciais de desenvolvimento (Jesus e Garófalo, 2000; Gazola e Garófalo, 2003; Couto e Camillo, 2007). Buschini e Wolff (2006) propuseram uma explicação alternativa, sugerindo que a principal causa da alta mortalidade encontrada em *Centris tarsata* foi a umidade, pois o local de estudo (Guarapuava, Paraná) situa-se na região subtropical do Brasil, onde mesmo durante a estação mais quente, a temperatura não seria alta o suficiente para provocar a morte dos imaturos. Em nosso estudo, possivelmente a alta temperatura foi importante para a incidência elevada de mortalidade, especialmente no pomar III, onde os ninhos estavam em maior grau de exposição ao sol.

A ocorrência dos parasitas *Mesocheira bicolor*, *Coelioxys* sp., *Leucospis* sp., *Coelioxoides* sp. e espécies de Bombyliidae, encontrados neste trabalho em ninhos de abelhas solitárias, foram descritas anteriormente por outros autores (Morato *et al.*, 1999;

Pereira *et al.*, 1999; Jesus e Garófalo, 2000; Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004; Krug e Alves-dos-Santos, 2008; Garófalo, 2008, Gazola e Garófalo, 2009, entre outros). *T. diversipes* foi parasitada exclusivamente por uma espécie de *Coelioxoides*. Esta associação hospedeiro-parasita também foi reportada por outros autores (Alves-dos-Santos, 2003; Camillo, 2005; Aguiar *et al.*, 2005, Garófalo, 2008).

O parasitismo não constituiu um fator importante de mortalidade da prole das abelhas estudadas, sendo muito baixo em *C. analis*, (2,5% das células) e valores absolutos baixos (6 células, equivalente a 10,2%) foram registrados em *C. tarsata*. As taxas de parasitismo nesta espécie de abelha têm variado bastante de um local para outro, mas os fatores que influenciam os níveis de ataque de parasitas aos ninhos não têm sido investigados ou discutidos. Aguiar e Martins (2002) registraram taxa de 25,7% de células de cria de *C. tarsata* parasitadas em vegetação costeira, Aguiar e Garófalo (2004) encontraram 11,3% de células contendo parasitas em floresta semidecídua e 16,5% em a área de caatinga, Buschini e Wolff (2006) encontraram uma taxa de parasitismo de 17,14%, e Mendes e Rêgo (2007) registraram uma das maiores taxas de células parasitadas (40%) em uma área de mata mesofítica e 22,5% em monocultura de eucalipto.

Potencial das abelhas que nidificam em ninhos-armadilha como polinizadores manejáveis para a polinização da aceroleira no semiárido baiano.

Estudos realizados em cultivos de acerola no Triângulo Mineiro (Vilhena e Augusto, 2007), na Amazônia (Magalhães *et al.*, 1999), no Ceará (Freitas *et al.*, 1999), na Paraíba (Melo *et al.*, 1997; Martins *et al.*, 1999; Schlindwein *et al.*, 2006), em Pernambuco (Schlindwein *et al.*, 2006) e na Bahia (Silva, 2004; Siqueira, 2007), tem apontado diversas espécies de abelhas solitárias como potencialmente polinizadoras

desta cultura. Schlindwein *et al.* (2006) encontraram 16 espécies de Centridini em pomares de aceroleira, a grande maioria das quais nidifica no chão, e concluíram que todas estas espécies eram polinizadores efetivos desta cultura. Dentre estas espécies, somente *C. analis* nidificou em alta frequência nos ninhos-armadilha oferecidos para nidificação nos pomares em Feira de Santana, o que sugere que esta espécie é uma boa candidata ao manejo para a polinização de culturas como a de acerola nesta região. Espécies de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes são mais facilmente manejáveis do que as espécies que nidificam no solo e em outros substratos, pela facilidade de obter, transportar e manipular seus ninhos. Oliveira e Schlindwein (2009) também concluíram que *C. analis* é a abelha solitária com maior potencial para polinização desta cultura na Zona da mata de Pernambuco, devido à alta frequência de ninhos estabelecidos por esta espécie ao longo do ano, similar ao observado em nosso estudo na região de Feira de Santana.

Além de *Centris analis*, apenas mais uma das espécies (*C. tarsata*) incluída por Schlindwein *et al.* (2006) entre os polinizadores efetivos da aceroleira foi registrada nidificando nos ninhos-armadilha em pomares de acerola, tanto em Feira de Santana quanto nos outros pomares estudados anteriormente. Esta foi a espécie com maior frequência no pomar de acerola estudado na localidade de Patos, situada no domínio da Caatinga. *T. diversipes*, registrada nos ninhos-armadilha em Feira de Santana, não foi indicada como polinizador de *Malpighia emerginata* em nenhum dos estudos de polinização realizado com esta planta (Freitas *et al.*, 1999; Martins & Lorenzon, 1999; Schlindwein *et al.*, 2006; Silva, 2004; Siqueira, 2007; Vilhena e Augusto, 2007), apesar de visitar suas flores para coleta de óleo.

Foi surpreendente a baixa frequência de *C. tarsata* na região de Feira de Santana, uma vez que há registros de grande dominância desta espécie em ninhos-

armadilha em diferentes localidades no Nordeste do Brasil (Salvador, Baixa Grande, Ipirá, Mamanguape) (Viana *et al.*, 2001; Aguiar e Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005, Schlindwein *et al.* 2006), incluindo localidades na região semiárida, como Ipirá (BA), Patos (PB) e Canudos (Aguiar *et al.*, 2005, Schlindwein *et al.* 2006; Dórea *et al.* 2010). A predominância de nidificações de *C. tarsata* tem sido observada em diferentes tipos de vegetação no nordeste do Brasil, como exemplo, em floresta semidecídua (37% dos ninhos estabelecidos por abelhas) (Aguiar *et al.*, 2005), em floresta atlântica (58%) e tabuleiros costeiros (39%-52%) (Aguiar e Martins, 2002), bem como em áreas de dunas (58%) (Viana *et al.*, 2001) e caatinga (55%) (Aguiar *et al.*, 2005). Esses dados mostram que *C. tarsata* tem sucesso de nidificação tanto em áreas quentes e com vegetação aberta, quanto em áreas florestadas, em áreas agrícolas e em áreas alteradas pela ação antrópica.

Estudos complementares serão necessários para averiguar se a abundância de *C. tarsata* é baixa em pomares de acerola estabelecidos em outras localidades da região do semiárido baiano, como encontrado em nosso estudo em Feira de Santana, ou se há grandes variações regionais na abundância desta espécie, como sugerem os dados coletados em vegetação natural em Ipirá e Baixa Grande (Aguiar *et al.*, 2005), onde *C. tarsata* foi a espécie dominante em número de ninhos estabelecidos. Outra possibilidade para explicar a baixa frequência de *C. tarsata* nos pomares de acerola é que *C. tarsata* não aceite nidificar em áreas cultivadas tão facilmente, como *C. analis*, e prefira nidificar em vegetação natural. Se esta hipótese for confirmada posteriormente, então nosso estudo não teria revelado a abundância real da espécie na região, por não ter incluído amostragem em áreas com vegetação natural.

Os resultados de nosso estudo ampliaram o conhecimento sobre a nidificação de abelhas em áreas agrícolas, todavia são pontuais, por representarem apenas uma área

restrita. Apesar desta ressalva, o estudo indica que *C. analis* tem bom potencial para ser manejada como polinizador de aceroleira em Feira de Santana, situada na região do semiárido baiano, visto que as populações naturais desta espécie parecem ser relativamente grandes, e que *C. tarsata*, a outra espécie de abelha polinizadora que nidificou nos ninhos-armadilha, é muito pouco freqüente localmente, o que poderia inviabilizar o seu manejo para a polinização, nesta localidade.

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**, Curitiba, 19 (Supl): 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 (3): 477-486.

AGUIAR, C. M. L.; GAROFALO, 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**. 22 (4): 1030-1038.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F.. 2006. Biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepageletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**. 23 (2): 323-330.

ALONSO, J.D.S.; GARÓFALO, C.A. 2008. Utilização de ninhos-armadilha de diferentes comprimentos por fêmeas de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 87 – 94.

ALVES-DOS-SANTOS, I. 2003. Trap nesting bees and wasps on the University campus in São Paulo, southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeate). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 76 (2): 328-334.

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

BUSCHINI, M. L. T.; WOLFF, L. L. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Braz. J. Biol.** 66 (4): 1091-1101

CAMILLO, E.. 2005. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera, Apidae, Tetrapedini). **Revista de Biologia Tropical**. 53 (1-2): 175-186

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

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES (CEI-BA), 1994. **Informações Básicas dos Municípios Baianos**: Região Paraguaçu: 1-877. CEI, Salvador

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

- COVILLE R.E.; FRANKIE G.W.; VINSON S.B. 1983. Nests of *Centris segregate* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting of the genus. **J Kansas Entomol Soc.** 56: 109 – 122.
- DOREA, M. C.; AGUIAR, C. M.L.; FIGUEROA, L. E.R.; LIMA, L. C. L.E. ; SANTOS, F. A. R. (2010 – **no prelo**). Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. **Apidologie**.
- DRUMMONT, P.; SILVA, F. O. da; VIANA, B. F.. 2008. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, Bahia. **Neotropical Entomology**. 37 (3): 239-246
- FERREIRA, R. P.; MARTINS, C. F. 2008. A Orientação e o Sombreamento dos Ninhos-Armadilha Influenciam as Taxas de Captura?. **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 186 – 191
- FRANKIE, G.W; VINSON, S.B, NEWSTROM, L.E.; BARTHELL, J.F. 1988. Nest site and habitat preferences in *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica**. 20 (4): 301-310
- 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**. Cambridge. 133: 303-311.
- FREITAS, B. M.; MARTINS, C. F.; SCHLINDWEIN, C. P.; WITTMAN, D.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; CANE, J. H.; RIBEIRO, M. F.; GAGLIANONE, M. C.. 2006. Bee management for pollination purposes – Bumble Bees and Solitary Bees. **In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. (eds.). Bee as pollinators in Brazil – assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos.
- FREITAS, B. M.; OLIVEIRA FILHO, J. H. de. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência. Rural**. 33(6): 1135-1139
- 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**, 4: 121-128.
- GARÓFALO, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 208 – 217.
- 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**, Lawrence, 76 (2): 131-142.

- GAZOLA, A.L.; GARÓFALO, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the state of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research** 8 (2): 607-622
- JESUS, B.M.V.; GARÓFALO, C.A.. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, Les Ulis, 31: 503-515.
- 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 (3): 265-278.
- LOYOLA, R D.; MARTINS, R. P. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remanent. **Neotrop. Entomol.** 35 (1): 41-48
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C; PEIXOTO, M. H.P; FARIAS, R.C.A.P.; MARTINS, C.F. 2003. Abelhas que nidificam em ninhos-armadilha em área de restinga na APA do rio Mamanguape, Paraíba- Brasil. **In: Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza. 209 – 210.
- MAGALHÃES, L. M. F., OLIVEIRA, D.; OHASHI, O. S. 1999. Efeito da polinização na frutificação da acerola na Amazônia. **Revista Brasileira Fruticultura**. 21 (1): 95-97.
- MARTINS, C. G. M.; LORENZON, M. C. A.; BAPTISTA, J. L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. **Caatinga. Mossoró**. 12: 55-59,
- MELO, C.G. de; ALVES, E. U.; LORENZON, M.C.A.; BAPTISTA, J. L. 1997. Polinizadores de *Malpighia glabra* L. **Mensagem Doce**. 42: 14-17.
- MENDES, F. N.; RÊGO, 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** 51(3): 382-388
- 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** 16: 1213-1222.
- OLIVEIRA FILHO, J. H. de; FREITAS, B. M.. 2003. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. **Ciência Rural**. 33(4): 693-697
- OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. 2009. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **J. Econ. Entomol.** 102(1): 265-273.
- PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J.C.. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepelletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**. 30: 327-338.

SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C.F.; ZANELLA, F.C.V.; ALVES, M.V.; CARVALHO, A.T.; DARRAULT, R.O.; DUARTE Jr., J.A.; OLIVEIRA, M.D.; FERREIRA, A.G.; GUEDES, R.S.; FERREIRA, R.P.; PINTO, C. E.; SILVEIRA, M.S.; VITAL, M.T.A.B., 2006. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. **In: Anais do VII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 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**. 30(4): 541-545.

SILVA, L.C.V. 2004. **Aspectos da polinização de *Malpighia emarginata* D.C. em Cruz das Almas, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.

SIQUEIRA, K. M.M. 2007. **Ecologia da polinização de frutíferas na região do Vale do Submédio do São Francisco**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba.

VANDENBERG, J.D. 1995. Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Economic Entomology**. 88: 592-599

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

VIANA, B. F.; MELO, A. M. C. de; MARTINS, P. D. D. . 2006. Variação na estrutura do habitat afetando a composição de abelhas e vespas solitárias em remanentes florestais urbanos de mata atlântica no Nordeste do Brasil. **Sitientibus**, 6: 282-295.

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* dc (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro. **Biosci. J.** 23 (1):14-23.

CAPÍTULO II

**BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE *Centris analis*
(HYMENOPTERA: APIDAE: CENTRIDINI), EM
PEQUENOS CULTIVOS DE ACEROLA (*Malpighia
emarginata*, MALPIGHACEAE) NA REGIÃO DO
SEMIÁRIDO BAIANO**

RESUMO

Apesar dos avanços recentes no conhecimento sobre a biologia de nidificação de *Centris analis*, poucos estudos desta natureza foram realizados em áreas agrícolas. Este trabalho objetivou estudar a biologia de nidificação de *Centris analis*, potencial polinizador de aceroleira, em ninhos-armadilha (=NA) instalados em pequenos cultivos de acerola em Feira de Santana, região do semiárido baiano. Amostragens mensais foram realizadas de outubro/2008 a setembro/ 2009, em dois pomares de acerola, usando ninhos-armadilha de cartolina (0,8 cm de diâmetro e 10 ou 5 cm de comprimento). Um total de 213 ninhos foi obtido, sendo que o pomar I apresentou maior número absoluto de nidificação (n=127) do que o pomar II (n= 86). A taxa de ocupação foi 14% para os NA de 5 cm e 49% para cavidades de 10 cm. Adultos emergiram em 190 dos 213 ninhos coletados (89,2%). *Centris analis* construiu 813 células, a partir das quais emergiram 614 indivíduos, sendo 594 abelhas e 20 parasitas. O número de células por ninho variou de uma a oito. As abelhas nidificaram principalmente de dezembro/2008 a abril/2009, com picos de nidificação em abril (n=54) e em janeiro (n=53). A taxa de mortalidade nas células de *Centris analis* no pomar I e no pomar II foram, respectivamente, 24,0% e 25,1%. Nos ninhos de 5 cm de comprimento a taxa mortalidade foi mais elevada (51,3%) do que nos ninhos de 10 cm. Os ninhos de *Centris analis* foram atacados por quatro espécies de inimigos naturais: Bombyliidae, *Leucospis* sp., *Mesocheira bicolor* e *Coelioxys* sp. Nossos resultados indicam que *C. analis* nidifica com facilidade e em abundância em ninhos-armadilha disponibilizados em áreas cultivadas com acerola, o que sugere que esta espécie é uma boa candidata ao manejo para a polinização desta cultura nesta região.

Palavras-chave: Biologia de nidificação, *Centris analis*, *Malpighia emarginata*, Ninhos-armadilha, Polinizadores.

ABSTRACT

In spite of recent advances in our knowledge concerning the nesting biology of *Centris analis*, few nesting studies have yet been carried out in agricultural areas. The present work studied the nesting biology of *Centris analis*, a potential pollinator of acerola plants, in trap-nests (=TN) installed in small orchards in the semiarid region near Feira of Santana, Bahia State, Brazil. Monthly sampling was undertaken between October/2008 and September/ 2009 in two acerola orchards using trap-nests made from black cardboard (straws measuring 0.8 cm in diameter and 10 or 5 cm in length). A total of 213 nests were obtained, with orchard I having a higher absolute number of nests (n=127) than orchard II (n= 86). The occupation rate of the 5 cm length TN was 14%, but 49% for the 10 cm tubes. Adults emerged from 190 of 213 nests collected (89,2%). *Centris analis* constructed 813 cells, from which emerged 614 individuals, including 594 bees and 20 parasites. The numbers of cells per nest varied from one to eight. The bees nested principally from December/2008 through April/2009, with peaks in April (n=54) and in January (n=53). The mortality rate of the cells with *Centris analis* in orchard I and orchard II were 24.0% and 25.1% respectively. The mortality rate was higher in the 5 cm length nests (51.3%) than in the 10 cm length nests. The nests of *Centris analis* were attacked by four different species of natural enemies: Bombyliidae, *Leucospis* sp., *Mesocheira bicolor* and *Coelioxys* sp. Our results indicate that *C. analis* nests easily and abundantly in trap-nests placed in agricultural areas, and suggest that this species is an excellent candidate for management as a pollinator of this crop in the region.

Key-words: Nesting biology, *Centris analis*, *Malpighia emarginata*, Trap-nests, pollinators.

INTRODUÇÃO

As abelhas solitárias apresentam hábitos de nidificação variados. A maioria escava seus ninhos no solo, algumas nidificam em cavidades preexistentes, modificando-as ou não, enquanto outras constroem ninhos expostos (Roubik, 1989, Michener, 2000). As espécies incluídas no gênero *Centris* possuem hábitos de nidificação diversificados. Coville *et al.* (1983) sugeriram que os hábitos de nidificação em *Centris* seriam relacionados aos subgêneros. As espécies incluídas em *Wagenknechtia*, *Paracentris*, *Xerocentris*, *Centris*, *Exalocentris*, *Melanocentris* e *Trachina* escavam ninhos no solo; as espécies de *Ptilotopus* nidifica em cupinzeiros, enquanto as espécies incluídas nos subgêneros *Xanthemisia*, *Hemisiella* e *Heterocentris* constroem ninhos em cavidades pré-existentes. A maioria das espécies de *Centris* escava ninhos em solo plano (Coville *et al.*, 1983; Aguiar e Gaglianone, 2003; Rego *et al.*, 2006) ou em barrancos verticais (Coville *et al.*, 1983), outras constroem seus ninhos em cavidades preexistentes, como células abandonadas de vespas e outras abelhas (Linsley *et al.*, 1980), orifícios na madeira (Frankie *et al.*, 1993; Aguiar e Garófalo, 2006), cupinzeiros (Coville *et al.*, 1983; Laroca *et al.* 1993; Gaglianone, 2001; Ramos *et al.*, 2007) e em ninhos-armadilha (Frankie *et al.*, 1988, 1993; Camillo *et al.*, 1995; Morato *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 1999; Jesus e Garófalo, 2000; Garófalo, 2000; Silva *et al.*, 2001; Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004; Aguiar *et al.*, 2006; Buschini, 2006; Mendes e Rêgo, 2007; Garófalo, 2008; Gazola & Garófalo, 2009). Uma revisão sobre os hábitos de nidificação das espécies de *Centris* foi produzida por Coville *et al.* (1983), e Aguiar e Garófalo (2006) compilaram os dados disponíveis sobre biologia de nidificação das espécies brasileiras.

Várias espécies de *Centris* que nidificam em cavidades artificiais foram alvo de estudos de biologia de nidificação. Pereira *et al.* (1999) investigaram a biologia de nidificação e a abundância sazonal de ninhos de *Centris vittata* em ninhos-armadilha, em áreas rodeadas por vegetação de Floresta Semidecídua e Cerrados, em Cajuru (São Paulo). Diversos estudos produziram informações sobre *Centris tarsata*, em diferentes regiões do Brasil. Silva *et al.* (2001) investigaram aspectos da atividade de nidificação e da arquitetura de ninhos de *C. tarsata* em vegetação de dunas litorâneas em Salvador (Bahia). 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 Caatinga e Floresta Semidecídua na Bahia. Buschini e Wolff (2006) apresentaram informações sobre a biologia de nidificação desta espécie em Floresta de Araucária, brejos e pastagens, no estado do Paraná, e 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.

Morato *et al.* (1999) investigaram a biologia de nidificação de espécies de *Centris* que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de floresta na Amazônia Central, e forneceram dados sobre os ninhos de espécies abundantes localmente, mas pouco comuns em outras áreas, como *Centris dichrootricha* e *C. terminata*, além de terem obtido alguns ninhos de *C. bicornuta* e *C. analis*. Aguiar *et al.* (2006) apresentaram informações sobre a arquitetura, comportamento de construção dos ninhos e parasitismo de ninhos de *C. trigonoides* em área de Caatinga na Bahia e Drummont *et al.* (2008) estudaram os ninhos de *C. termitata* em fragmentos de Mata Atlântica secundária em Salvador (Bahia).

Centris analis é uma das espécies que nidificam em ninhos-armadilha mais estudadas no Brasil. Esta espécie é uma das principais polinizadoras de pomares de acerola (Melo *et al.*, 1997; Freitas *et al.*, 1999; Magalhães *et al.*, 1999; Martins e Lorenzon, 1999; Schlindwein *et al.*, 2006; Vilhena e Augusto, 2007; Silva, 2004; Siqueira, 2007), com grande potencial para ser manejada em programas de polinização de culturas (Oliveira & Schlindwein, 2009). Dentre os estudos sobre biologia de nidificação de *Centris analis*, destaca-se o trabalho pioneiro de Jesus e Garófalo (2000), que descreveram o comportamento de nidificação, a arquitetura dos ninhos, a distribuição temporal da atividade de nidificação e o parasitismo dos ninhos de *Centris analis* em uma área urbana no interior de São Paulo (Ribeirão Preto). Aguiar e Martins (2002) obtiveram dados sobre abundância de ninhos de *C. analis* em vegetação de tabuleiros na costa da Paraíba e sobre a utilização de cavidades para nidificação com diferentes dimensões por esta espécie. Recentemente, Alonso e Garófalo (2008) avaliaram o efeito do comprimento do ninho-armadilha na seleção das cavidades para nidificação pelas fêmeas de *C. analis* e o efeito sobre o número de células construídas por ninho.

Alguns estudos têm sido focados nos inimigos naturais e na mortalidade da prole de *Centris analis* em cavidades artificiais. Gazola e Garófalo (2003) investigaram aspectos relacionados ao ataque dos ninhos por cleptoparasitas e outros fatores de mortalidade em uma população urbana de *C. analis*, e Couto e Camilo (2007) abordaram a influência da temperatura no desenvolvimento e na taxa de mortalidade dos imaturos desta mesma espécie. Recentemente, Santos *et al.* (2008) registraram pela primeira vez a associação parasitária de espécies de *Physocephala* (Diptera: Conopidae) com *C. analis*, e Couto (2009) estudou o comportamento de nidificação de fêmeas de *C. analis* parasitadas por *Physocephala* sp.

Apesar dos avanços recentes no conhecimento sobre alguns aspectos da biologia de nidificação de *C. analis*, até o momento, somente um estudo desta natureza (Oliveira e Schlindwein, 2009) foi realizado em sistema agrícola, com o objetivo de analisar as características das cavidades aceitas para nidificação, descrever o comportamento de nidificação e caracterizar a dieta larval desta espécie em áreas cultivadas com aceroleiras. Os autores utilizaram estes dados para inferir o potencial desta abelha solitária como polinizador manejável para cultura de acerola em Pernambuco, no nordeste do Brasil.

Ainda que os trabalhos realizados em vegetação natural tenham fornecido informações importantes sobre a biologia de nidificação de *C. analis*, outras características da nidificação da espécie em sistemas agrícolas precisam ainda ser abordadas, para que seja possível o desenvolvimento de técnicas de manejo adequadas para as populações deste polinizador com vistas à polinização de cultivos.

OBJETIVO GERAL

Estudar a biologia de nidificação de *Centris analis*, potencial polinizador de aceroleira, em ninhos-armadilha instalados em pequenos cultivos de acerola na região do semiárido baiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 – Registrar a abundância mensal de ninhos fundados por *Centris analis* em pequenos cultivos de acerola na região do semiárido baiano (Feira de Santana, BA).

2 - Avaliar se há utilização diferencial de ninhos-armadilha com diferentes comprimentos (5 e 10 cm) por fêmeas de *C. analis*, em cultivos de acerola em Feira de Santana (BA).

3 - Verificar se há influência do comprimento dos ninhos-armadilha sobre a razão sexual da prole, sobre o número de células construídas, taxa de parasitismo e taxa de mortalidade (causas desconhecidas + parasitismo).

4 - Identificar os parasitas e cleptoparasitas associados a *C. analis*.

5 - Quantificar as taxas de parasitismo de ninhos e de mortalidade nas populações de *Centris analis* estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no distrito de Maria Quitéria (12° 16'00" S/ 38°58'00" W), município de Feira de Santana, Bahia. O clima da região é semiárido, com temperatura média anual de 24°C. Os meses mais quentes são de outubro a janeiro (30°C), e a temperatura é mais amena de junho a agosto (20°C a 23°C). A precipitação pluviométrica média é de 802 mm/ano. A dinâmica de chuvas acontece com maior intensidade nos meses de novembro a maio, e os meses de agosto a outubro são mais secos (CEI-BA, 1994).

As amostragens foram realizadas em dois pomares distantes entre si 0,58 Km, em sistema de agricultura familiar, com aproximadamente 350 plantas, instalados em uma comunidade quilombola do distrito de Maria Quitéria [PI (012° 17.267'S / 038° 58.985'W) e PII (012° 07. 447S / 038° 58.724'W)]. Em um dos pomares de agricultura familiar é realizado manejo manual (capinagem) das plantas herbáceas dentro do cultivo, enquanto no outro não ocorre tal manejo. Nos arredores dos pomares existem plantações de culturas temporárias, como feijão e milho, além de áreas que são utilizadas como pastagem. Em nenhum dos pomares ocorrem irrigação e aplicação de inseticidas.

Amostragem

Neste estudo foram utilizados ninhos-armadilha (NA) confeccionados com cartolina preta na forma de tubos, com uma das extremidades fechada com o mesmo material. As dimensões dos NA foram 0,8 cm de diâmetro e comprimentos de 10,0 ou 5,0 cm. Estes NA foram introduzidos em orifícios feitos em placas sólidas de madeira,

com 56 orifícios em cada placa. As placas foram distribuídas nos dois pomares: quatro placas com tubos de 5cm e quatro com tubos de 10cm no pomar I (totalizando 448 NA, sendo 224 de cada tamanho); duas placas de 5cm e duas de 10 cm no pomar II (totalizando 224 NA, sendo 112 de cada tamanho). As placas foram instaladas em estantes de aço com prateleiras, cobertas por lona plástica, para proteger os ninhos da chuva e do sol (conforme Aguiar e Garófalo, 2004).

Os ninhos-armadilha foram instalados em setembro de 2008, e inspecionados uma vez por mês, de outubro de 2008 a setembro de 2009. Cada inspeção foi feita com a ajuda de um otoscópio, útil para a observação do interior do ninho. Quando os ninhos apresentavam parede de fechamento concluída, eles eram coletados, identificados por um código e levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. Para cada ninho retirado, outro NA vazio foi colocado no mesmo lugar, mantendo o número de unidades disponíveis constante ao longo do tempo.

No laboratório, cada ninho trazido do campo foi colocado dentro de um tubo de ensaio fechado com algodão. Os ninhos foram mantidos em temperatura ambiente e foram observados diariamente, até a emergência dos imagos, que foi registrada em um banco de dados. Ninhos e células foram abertos após pelo menos 45 dias depois da coleta em campo, para análise do conteúdo (número de células construídas por ninho e número de imaturos mortos nos diferentes estágios do ciclo de vida). Os indivíduos que emergiram foram mortos sob vapor de acetato de etila, montados a seco, identificados e depositados na Coleção Entomológica Professor Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZUEFS).

Os dados mensais de temperatura e pluviosidade foram obtidos no site Agritempo (<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/>) do governo federal.

Análises de dados

O teste do Qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para comparar os dois pomares amostrados sob os seguintes aspectos: (1) percentual de cavidades ocupadas em cada área, (2) taxa de mortalidade dos imaturos, (3) taxas de parasitismo e (4) taxa de ocupação dos ninhos-armadilha de cada comprimento (5cm e 10cm). O teste de Mann-Whitney (U) foi utilizado para verificar se mensalmente os ninhos foram preferencialmente estabelecidos em cavidades com um dos dois comprimentos oferecidos (5 e 10 cm) e a análise de regressão simples (r) foi realizada para verificar se houve relação entre a temperatura e a precipitação mensal com a frequência de ninhos fundados em cada mês. O teste do Qui-quadrado, o teste de Mann-Whitney, e a análise de Regressão simples foram realizados usando o programa estatístico Bioestat 5.0.

RESULTADOS

1. Utilização das cavidades artificiais por *Centris analis*

Durante este estudo, foram obtidos 213 ninhos de *Centris analis*, sendo que o pomar I (n= 127) apresentou maior número absoluto de nidificações que o pomar II (n= 86). A taxa de ocupação dos ninhos-armadilha nos pomares I e II foi respectivamente, 28% e 38%, não existindo uma diferença significativa entre eles ($\chi^2 = 3.524$; $p = 0.0727$). Como os dois pomares são muito próximos entre si (cerca de 580m), podem ser considerados subamostras de uma mesma área, de modo que a taxa de ocupação total da área foi 32%.

A taxa de ocupação de cada um dos tipos de ninhos-armadilha disponibilizados foi 14% (48 ninhos) para as cavidades com comprimento de 5 cm e 49% (165 ninhos) para cavidades de 10 cm. Houve diferença significativa na taxa de ocupação dos ninhos-armadilha de 10 cm em relação aos de 5 cm ($\chi^2 = 49.668$; $p < 0.0001$). Analisando a ocupação dos diferentes tipos de ninhos-armadilha em cada pomar separadamente, os valores encontrados para as taxas de ocupação foram: Pomar I – 20% das cavidades de 5 cm e 37% das cavidades de 10 cm foram utilizadas por *C. analis*; Pomar II – 4% das cavidades de 5 cm e 73% das cavidades de 10 cm foram ocupadas por *C. analis* (**Fig. 2.1**). Houve diferença significativa na taxa de ocupação das cavidades maiores (10 cm) em relação às menores (5 cm) no pomar II ($\chi^2 = 54.573$; $p < 0.0001$), mas não houve diferença no pomar I ($\chi^2 = 9.374$; $p = 0.0031$).

A análise da ocupação das cavidades em cada mês não revelou diferenças significativas entre os dois comprimentos disponibilizados ($U = 40.50$; $p = 0.0345$).

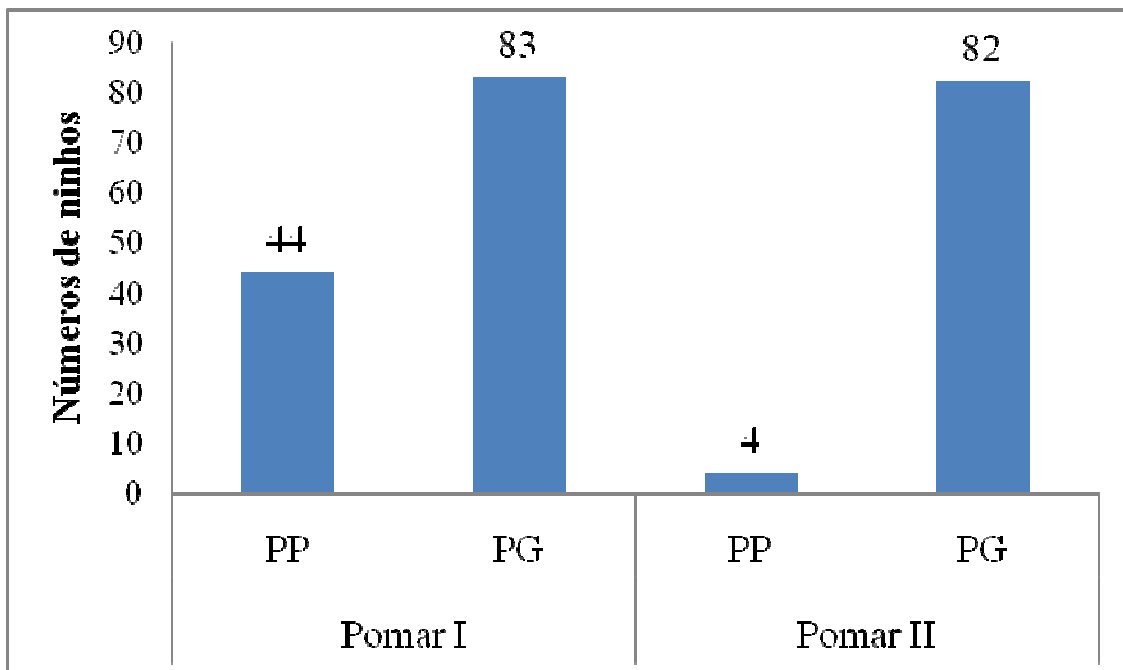


Figura 2.1. Número de ninhos de *C. analis* fundados em ninhos-armadilha de diferentes comprimentos em dois pomares de aceroleira, em Feira de Santana, BA. (PP: ninho-armadilha de 5 cm de comprimento. PG: ninho-armadilha de 10 cm de comprimento).

2. Flutuação mensal na frequência de fundação dos ninhos de *Centris analis*

Centris analis nidificou ao longo do ano, principalmente de dezembro de 2008 a abril de 2009, com picos de números de ninhos estabelecidos em abril/09 (n=54) e em janeiro/09 (n=53). No começo do estudo (outubro/08 e novembro/08) o número de ninhos foi pequeno, assim como a partir de maio/09, quando foi observado decréscimo na fundação de ninhos (**Fig. 2.2**). Não houve correlação entre as variáveis temperatura ($r = 0.4196$; $p = 0.1723$) e precipitação ($r = 0.0138$; $p = 0.9650$) com a frequência mensal de nidificações desta abelha.

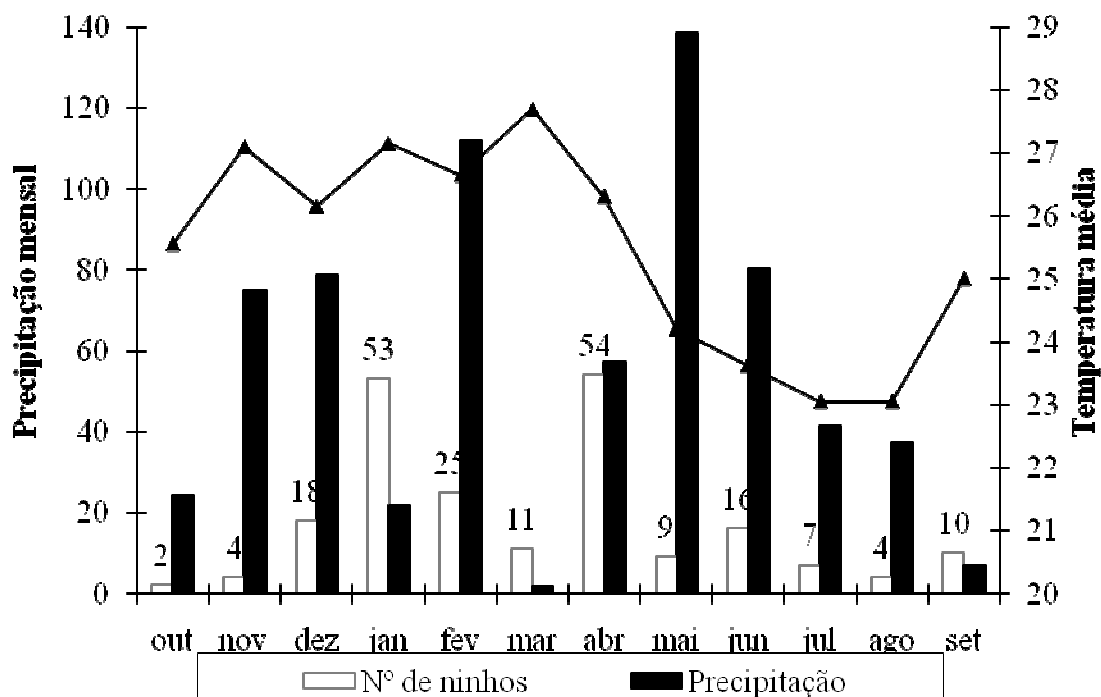


Figura 2.2. Número de ninhos de *C. analis* coletados em pomares de acerola, precipitação e temperatura média mensal, em Feira de Santana, BA, de outubro/2008 a setembro/2009.

3. Emergência, conteúdo das células e razão sexual

Ocorreram emergências de adultos em 190 dos 213 ninhos coletados (89,2%), sendo 110 (57,9%) ninhos do pomar I e 80 (42,1%) do pomar II. Nos 23 ninhos (10,8%) restantes, não houve emergência de adultos, porque os indivíduos haviam morrido dentro dos ninhos.

Centris analis construiu 813 células, a partir das quais emergiram 614 indivíduos, sendo 594 abelhas e 20 parasitas. Do total de células construídas 470 foram no pomar I e 343 no pomar II. Em relação ao tamanho do ninho-armadilha, a maioria das células foi construída em tubos de 10 cm de comprimento (n= 697), enquanto nos de 5 cm foram somente 126 células. O número médio de células construídas nos ninhos de 10 cm de comprimento foi 4,224, enquanto a média nos ninhos de 5 cm foi 2,625.

As células foram construídas em uma série linear, com os machos sendo produzidos nas células mais externas e as fêmeas nas células mais internas. No pomar I,

o número de células por ninhos variou de um ($n = 11$ ninhos) a oito ($n = 1$), com três ($n = 34$) sendo o número mais freqüente de células. No pomar II, a variação no número de células por ninhos foi de um ($n = 6$ ninhos) a sete ($n = 3$), com quatro ($n = 23$) sendo o número mais comum de células. Também foi observada variação no número de células nos ninhos estabelecidos em tubos com diferentes comprimentos: o número de células nos ninhos de 5 cm variou de um ($n=7$ ninhos) a cinco ($n=1$), sendo três ($n=23$) o número de células mais freqüente; nos ninhos de 10 cm, a quantidade de células por ninho variou de uma ($n=10$) a oito ($n=1$), sendo cinco ($n=43$) o número mais comum de células.

O período decorrido desde a retirada dos ninhos do campo até emergência dos imagos variou entre 4 e 63 dias ($X = 27,9; \pm 11,1$) para os machos, e de 6 a 65 dias ($X = 32,5; \pm 11,7$) para as fêmeas, havendo uma diferença significativa entre os machos e as fêmeas, em relação à duração do intervalo coleta dos ninhos/emergência dos imagos ($t = -4.890; p = 0.000001$) (**Fig. 2.3**).

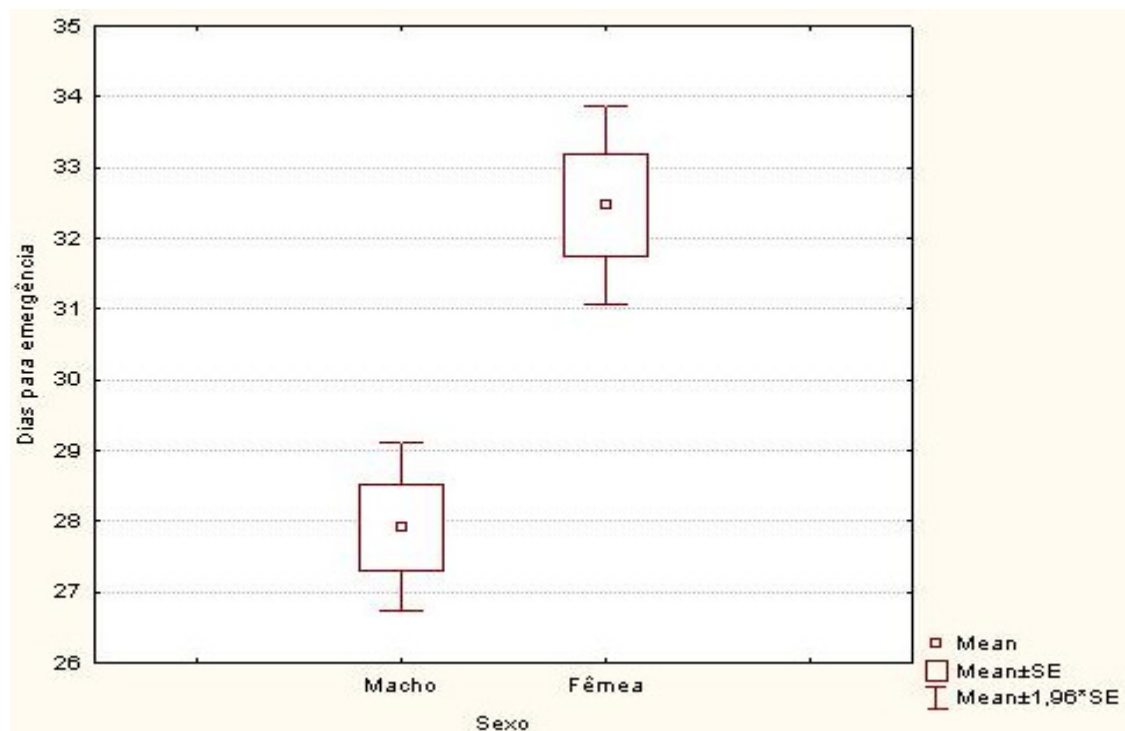


Figura 2.3. Número de dias (média e desvio padrão) decorridos da coleta dos ninhos até a emergência de machos e fêmeas de *Centris analis*.

Dos ninhos de *C. analis* emergiram 260 (43,8%) de fêmeas e 334 (56,2%) de machos; somados com 57 fêmeas e 15 machos encontrados mortos nas células de cria, obteve-se uma razão sexual total de 1,1M:1F, que não difere significativamente de 1:1 ($\chi^2 = 1.537$; $p = 0.215$). A razão sexual encontrada nos ninhos-armadilha de diferentes comprimentos também não diferiu significativamente de 1:1. A partir dos ninhos em tubos de 5 cm emergiram 71 indivíduos, 33 fêmeas (46,5%) e 38 machos (53,5%), que somados a 5 fêmeas e 3 machos encontrados mortos, resultaram em uma razão sexual de 1,1M:1F, não diferindo estatisticamente de 1:1 ($\chi^2 = 0.114$; $p = 0.7357$). Dos ninhos de 10 cm emergiram 523 indivíduos, 227 fêmeas (43,4%) e 296 machos (56,6%), que somados a 32 fêmeas e 12 machos encontrados mortos nas células, resultaram em uma razão sexual de 1,2M:1F, que não difere significativamente de 1:1 ($\chi^2 = 3.90$; $p = 0.0529$).

4. Parasitismo e mortalidade

As taxas de mortalidade nas células de cria de *Centris analis* no pomar I e no pomar II foram, respectivamente, 24,0% e 25,1%. Não houve diferença significativa entre os valores encontrados para os dois pomares ($\chi^2 = 0.056$; $p = 0.8774$). Foi registrada grande incidência de mortalidade (nos diferentes estágios de desenvolvimento) em *C. analis*, com maior incidência no estágio de ovo (n=95) (**Tab. 2.1**).

Para os dois comprimentos disponibilizados (5 e 10 cm), a taxa de mortalidade foi de 51,3% nos ninhos de tamanho menor e 29,4% nos ninhos de tamanho maior. Não houve diferença significativa na taxa de mortalidade entre os dois comprimentos de ninhos-armadilha utilizados pelas abelhas ($\chi^2 = 6.608$; $p = 0.0142$).

Os ninhos de *Centris analis* foram atacados por quatro espécies de inimigos naturais. Uma espécie de Bombyliidae (Diptera) parasitou a maior quantidade de células (n=9), todas em ninhos de 10 cm de comprimento. Houve incidência de parasitismo também por *Leucospis* sp. (Hymenoptera, Leucospidae) (7 células), *Mesocheira bicolor* (Hymenoptera, Apidae) (3 células) e *Coelioxys* sp. (Hymenoptera, Megachilidae) (1 célula) (Tab. 2.2).

Tabela 2.1. Mortalidade da prole de *C. analis* em diferentes estágios de desenvolvimento nos diferentes comprimentos de ninho-armadilha, em dois pomares em Feira de Santana, Bahia. (O = ovo, L = larva, P = pupa, M = macho adulto e F = fêmea adulta).

| Tamanho dos tubos | Pomar I | | | | | Pomar II | | | | |
|-------------------|---------|---|---|---|----|----------|---|---|---|----|
| | O | L | P | M | F | O | L | P | M | F |
| 5 cm | 26 | 3 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 10 cm | 34 | 9 | 2 | 7 | 24 | 35 | 9 | 4 | 5 | 28 |

A taxa de parasitismo para os dois pomares analisados foi PI = 2,97% e PII = 1,75% do total de células construídas, não existindo diferença significativa na taxa de parasitismo entre os pomares ($\chi^2 = 1.249$; $p = 0.3743$). Também não houve diferença na taxa de parasitismo entre os dois comprimentos de cavidades ($\chi^2 = 4.149$; $p = 0.0867$).

Tabela 2.2. Número de células de cria de *C. analis* parasitadas em pomares de acerola e em dois comprimentos de ninhos-armadilha em Feira de Santana, Bahia.

| Espécie parasita | Tamanho do tubo | Pomar I | Pomar II |
|---------------------------|-----------------|---------|----------|
| Bombyliidae | 10 cm | 8 | 1 |
| <i>Leucospis</i> sp. | 10 cm | 0 | 2 |
| | 5 cm | 5 | 0 |
| <i>Mesocheira bicolor</i> | 10 cm | 0 | 3 |
| <i>Coelioxys</i> sp. | 5 cm | 1 | 0 |

DISCUSSÃO

Ocupação dos ninhos-armadilha

O número total de ninhos fundados pela abelha solitária *Centris analis* (n=213) nos ninhos-armadilha de 10 cm e 5 cm de comprimento por 0,8 cm de diâmetro, disponibilizados por 12 meses nos pomares de aceroleira amostrados pode ser considerado alto, em comparação com o encontrado em pomares do mesmo cultivo, na região da zona da mata em Pernambuco, por Oliveira e Schindwein (2009) (total de 65 ninhos em duas áreas). A taxa de ocupação das cavidades por *C. analis* encontrada por estes autores foi de 23% em ambos os tipos de ninhos-armadilha utilizados. A taxa de ocupação obtida em nosso estudo foi ligeiramente maior (32%), chegando a 38% em um dos pontos de amostragem. A taxa de ocupação total das cavidades de 10 cm de comprimento foi significativamente maior do que a das cavidades de 5 cm, influenciada especialmente pelos dados do pomar II, onde o número de cavidades disponibilizadas foi menor e a ocupação dos ninhos-armadilha de 10 cm foi mais intensa do que no pomar I.

A taxa de ocupação de ninhos-armadilha por abelhas pode ser influenciada por variações em fatores como: os diâmetros dos ninhos-armadilha disponibilizados (Vandenberg, 1995), altura dos ninhos-armadilha em relação ao solo (Morato, 2001), exposição dos ninhos ao sol (Frankie *et al.*, 1988; Ferreira e Martins, 2008), as características da vegetação amostrada (Camillo *et al.*, 1995; Aguiar e Martins, 2002; Ferreira e Martins, 2008), a disponibilidade de substratos naturais para nidificação (Frankie *et al.*, 1988; Viana *et al.*, 2001) e o período de amostragem (Aguiar *et al.*, 2005).

Cavidades para nidificação com diferentes diâmetros têm sido disponibilizadas visando investigar a aceitação pelas abelhas solitárias (Morato *et al.*, 1999; Jesus e

Garófalo, 2000; Viana *et al.*, 2001; Alves–dos–Santos, 2003; Aguiar *et al.*, 2005; Viana *et al.*, 2006; Loyola e Martins, 2006; Buschini, 2006; Krug e Alves-dos-Santos, 2008, entre outros). Diversos estudos têm indicado que cavidades com diâmetros entre 6 e 10 mm são aceitos por fêmeas de *C. analis* (Jesus e Garófalo, 2000; Aguiar e Martins, 2002; Aguiar *et al.*, 2005; Oliveira e Schlindwein, 2009). Oliveira e Schlindwein (2009) obtiveram ninhos de *C. analis* em cavidades com diâmetros de 6, 7, 8 e 10 mm, havendo fundação de ninhos preferencialmente (67%) em cavidades com diâmetro de 10 mm nos ninho-armadilha do tipo “ninho de observação”. Todavia, estes autores não observaram diferença significativa na ocupação dos três diâmetros (6, 7 e 8 mm) em ninhos-armadilha do tipo bloco sólido (similar ao utilizado em nosso estudo), nos quais a fundação de ninhos em cavidades de 8 mm foi modesta (22% dos ninhos). Nosso estudo evidenciou que as cavidades de 8 mm são muito bem aceitas para nidificação pelas fêmeas de *C. analis* (213 ninhos estabelecidos em 12 meses de amostragem), de modo que sugerimos que cavidades com este diâmetro sejam disponibilizadas em abundância nos projetos que visem aumentar a oferta de substratos para nidificação desta espécie de polinizador em áreas cultivadas.

Os efeitos de diferentes comprimentos sobre a seleção de cavidades para nidificação pelas abelhas foram menos abordados. Em um estudo com *Osmia cornuta* (Megachilidae), Bosch (1994a) disponibilizou NA com três diferentes comprimentos (15, 18 e 21 cm) e observou que os de 21 cm foram mais atrativos. Em outro estudo, Bosch (1994b) ofereceu NA de quatro diferentes comprimentos (12, 15, 18 e 21 cm) e verificou que o menor (12 cm) foi o menos aceito, e que não houve diferença significativa na taxa de ocupação dos demais. Recentemente, Alonso e Garófalo (2008) avaliaram os efeitos do comprimento do ninho-armadilha (5,5; 6,0; 6,5 e 7,0 cm de comprimentos x 6,0 mm de diâmetro) na seleção das cavidades para nidificação pelas

fêmeas de *C. analis*, e observaram que ocorreu utilização diferencial em apenas uma das três áreas analisadas, onde houve preferência pelos NA com menor comprimento (5,5 cm). Em nosso trabalho, consideramos dois pontos de amostragem separados por 580m como subamostras de uma mesma área de estudo, observamos que a frequência de nidificação foi significativamente maior nos tubos de maior comprimento (10cm; n= 165) do que nos tubos de menor comprimento (5cm; n= 48), embora no pomar I a diferença não tenha sido estatisticamente significativa.

Distribuição temporal da atividade de nidificação

Centris analis manteve atividade de nidificação ao longo do ano na região de Feira de Santana, com a frequência de fundação dos ninhos sendo mais alta de dezembro a fevereiro (45% do total de ninhos), um período quente e chuvoso, e em abril (25% do total de ninhos), que também foi um mês quente (~24° C) e moderadamente chuvoso (~60 mm de precipitação pluviométrica). No final do outono (maio) e nos meses de inverno (junho a meados de setembro), estação mais fria do ano, com alguns meses (maio e junho) muito chuvosos, houve poucas nidificações de *C. analis*. Jesus e Garófalo (2000) também registraram picos de número de ninhos fundados por esta espécie nos meses de janeiro e fevereiro (verão, estação quente e úmida), e baixa frequência de nidificação durante o inverno (estação fria e seca), em Ribeirão Preto (SP, sudeste do Brasil). Em outro estudo em São Paulo (Patrocínio Paulista, SP), Gazola e Garófalo (2009) registraram picos de número de ninhos fundados tanto no inverno (agosto/2000, estação fria e seca) quanto durante a estação quente e úmida (fevereiro e dezembro/2001). Estes mesmos autores encontraram, no segundo ano de amostragem, uma atividade de nidificação mais intensa de fevereiro a maio (verão-outono), baixa frequência de fundação de ninhos de junho a outubro, e aumento em novembro-

dezembro (primavera-verão). Em Mamanguape, litoral da Paraíba, *C. analis* apresentou maior frequência de nidificação no fim da estação seca e início da estação chuvosa (novembro/99, janeiro e fevereiro de 2000) (Aguilar e Martins, 2002).

Os fatores que influenciam a atividade de nidificação de *C.s analis* ainda são pouco compreendidos. Apesar de não havermos encontrado correlação significativa entre a frequência de nidificação e os fatores climatológicos analisados (temperatura e precipitação), é sabido que estes fatores influenciam diretamente o florescimento das plantas (em especial a chuva, no semiárido brasileiro), e em consequência, alteram a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas.

De acordo com Alonso e Garófalo (2008), a partir de vários estudos realizados em Ribeirão Preto (SP) e nos municípios próximos, pode-se afirmar que *C. analis* apresenta uma sazonalidade pronunciada naquela região. Os autores recomendam que este fato seja considerado com cautela no desenvolvimento de um sistema de manejo desta espécie com vistas à polinização de culturas.

Os dados disponíveis sobre os períodos de atividade de nidificação de *C. analis* no semiárido baiano ainda são restritos espacialmente e temporalmente, havendo necessidade de repetições (estudos multianuais e em diferentes localidades), para que seja revelada a existência (ou inexistência) de um padrão temporal de atividade para esta espécie nesta região. Os dados obtidos até o momento para a região de Feira de Santana, no semiárido baiano, sugerem que as populações naturais de *C. analis* estão acessíveis para utilização em polinização de culturas durante vários meses do ano, especialmente no verão e outono, mas durante o final do outono e ao longo do inverno, esta espécie ocorre em frequência muito baixa, e consequentemente, seria um polinizador pouco eficiente para as floradas neste período.

Número de células por ninho e razão sexual

O número de células registrado por ninho de *C. analis* neste estudo variou de 1 a 8, com maior frequência de 5 células, sendo que nas cavidades menores (5 cm) o número máximo de células encontrado foi 5, e o número mais comum de células foi 3. Em outros estudos com *C. analis* também tem sido relatadas tais variações no número de células por ninho: Morato *et al.* (1999) encontraram 2 a 4 células, Jesus e Garófalo (2000) registraram de 1 a 4 células, Alonso e Garófalo (2008) registraram de 1 a 5 células, e Oliveira e Schlindwein (2009) encontraram de 1 a 6 células nos ninhos fundados em blocos compactos perfurados. Variações no número de células construídas por ninho também têm sido relatadas em ninhos de outras espécies de *Centris*, como em *C. vittata* (1-8 células) (Pereira *et al.* 1999), *C. dichrootricha* (1-7 células) (Morato *et al.*, 1999) e *C. trigonoides* (1-5 células) (Aguiar *et al.*, 2006). O número de células por ninhos é bastante variável também em *C. tarsata*, havendo registros de 6 a 8 células por ninho (Silva *et al.* (2001), de 1 a 13 células (Aguiar e Garófalo, 2004), 1 a 6 células (Buschini e Wolff, 2006) e de 1 a 12 células (Mendes e Rêgo, 2007).

Embora Pereira *et al.* (1999) e Alonso e Garófalo (2008) tenham encontrado apenas uma correlação fraca ($r = 0,19$ para *C. vittata* e $r = 0,36$ para *C. analis*, respectivamente) entre o número de células por ninho e o comprimento da cavidade, os dados disponíveis para *C. analis* sugerem que uma quantidade maior de células pode ser construída quando cavidades de maior comprimento são disponibilizadas. Jesus e Garófalo (2000) disponibilizaram cavidades com comprimento de 5,8 cm e encontraram um máximo de 4 células por ninho, sendo 3 o número mais comum (67% dos ninhos). Alonso e Garófalo (2008) disponibilizaram cavidades com 5,5 a 7,0 cm e obtiveram um máximo de 5 células por ninho (observado apenas nos ninhos estabelecidos em cavidades de 7 cm), sendo 3 células o número mais comum (47% dos ninhos). Oliveira

e Schlindwein (2009) disponibilizaram cavidades com 7,5 a 8,5 cm e obtiveram no máximo 5 células em ninhos de observação e 6 células em blocos compactos perfurados. Em nosso estudo, foram disponibilizadas cavidades com 10 cm de comprimento, maiores que aquelas dos estudos supra-citados, e o número máximo (8) e mais frequente (5) de células por ninho foi maior que nos outros estudos. Além disso, a média de células nos ninhos em tubos de 10 cm foi maior ($X = 4,2$) do que nos ninhos de 5 cm ($X = 2,6$). Estes resultados, combinados com as informações de que uma mesma fêmea de *C. analis* pode construir até 18 células (Alonso e Garófalo, 2008), e que a maioria das fêmeas constrói apenas um ou dois ninhos na mesma área (Jesus e Garófalo, 2000; Alonso e Garófalo, 2008), sugerem que disponibilizar cavidades maiores pode ser uma estratégia mais adequada para a obtenção de um grande número de células por ninho em cada pomar, uma característica desejável em espécies candidatas ao manejo para a polinização.

A razão sexual registrada para *C. analis* neste trabalho, não diferiu significativamente da razão esperada de 1:1, em nenhum dos comprimentos de ninhos-armadilha (1,1M:1F nos ninhos-armadilha com 5 cm de comprimento/ 8 mm Ø; 1,2M:1F naqueles com 10 cm de comprimento/ 8 mm Ø). Resultados semelhantes foram encontrados para esta mesma espécie por Jesus e Garófalo (2000) (1,07M:1F) em ninhos-armadilha com 5,8 cm de comprimento/ 6 mm Ø e por Aguiar e Martins (2002) (1,06M:1F) em ninhos-armadilha com 11 cm de comprimento e na maioria com 6 mm Ø. Contudo, no trabalho realizado por Couto e Camillo (2007) com *C. analis* foi 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.

Em outras espécies de *Centris*, tais como *C. dichrotricha*, *C. terminata* (Morato *et al.* 1999), *C. vittata* (Pereira *et al.* 1999), *C. tarsata* (Silva *et al.* 2001; Aguiar e

Garófalo, 2004 em Ipirá; Mendes e Rêgo, 2007 na mata mesofítica) também não tem sido encontrado desvio na proporção dos sexos. Entretanto, em algumas populações de *C. tarsata* tem sido registrada diferença significativa da razão sexual de 1:1, com desvio em favor de machos (Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004 em Baixa Grande) ou em favor de fêmeas (Buschini e Wolff, 2006; Mendes e Rêgo, 2007, em monoculturas de eucalipto).

Vários fatores podem afetar a razão sexual da prole de abelhas solitárias, por exemplo, o diâmetro da cavidade (Rust, 1998), o comprimento do ninho-armadilha (Stephen e Osgood, 1965), flutuações sazonais na disponibilidade de recursos florais e na eficiência de forrageamento da fêmea (Torchio e Tepedino, 1980). Por outro lado, ao menos um estudo recente sobre o polinizador *Megachile rotundata* não encontrou impacto na razão sexual em decorrência da limitação de recursos (Peterson e Roitberg, 2006).

De acordo com Bosch e Kemp (2001), que estudaram a biologia reprodutiva da abelha solitária *Osmia lignaria* com vistas ao manejo para a polinização de maçãs e amêndoas nos Estados Unidos, a razão sexual do polinizador é um fator importante, que deve ser considerado nas tentativas de elaborar planos de manejo de espécies de abelhas solitárias para polinização de culturas. Segundo estes autores, o aumento no número de machos de *O. lignaria* em campos cultivados tem pouco valor comercial e baixo impacto na produtividade, a não ser que seja acompanhado pelo aumento no número de fêmeas. As fêmeas polinizam maior número de flores que os machos, ou em alguns casos, como da aceroleira (Malpighiaceae), as fêmeas são o único sexo que poliniza as flores. No caso de abelhas candidatas ao manejo para a polinização de culturas, como *C. analis*, é importante investigar sob que condições (dimensões de cavidades,

disponibilidade de recursos alimentares e outros fatores) é produzida maior proporção de progênie fêmea.

Parasitismo e Mortalidade

Taxas de mortalidade variando de 15,9% a 70% têm sido encontradas em abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, como *Centris vittata* (26,1% e 15,9%) (Pereira *et al.*, 1999) e *C. tarsata* (41,3% e 42,1%, Aguiar e Garófalo, 2004; 58,5%, 67,1% e 70,0%, Buschini e Wolff, 2006), e são atribuídas a causas desconhecidas, que ocasionam falhas no desenvolvimento, ou à influência da temperatura. Em ninhos de *C. analis*, Jesus e Garófalo (2000) encontraram alta taxa de mortalidade para essa espécie (62,6%), Gazola e Garófalo (2003) registraram 41,1% e 37,5%, e Couto e Camillo (2007) encontraram uma taxa de 41,8%. Neste trabalho a taxa de mortalidade foi mais baixa do que estes valores em ambos os pomares (PI = 24,0% e PII = 25,1%), sendo mais elevada nos ninhos-armadilha menores (51,3%) que nos maiores (29,4%). A alta taxa de mortalidade encontrada em *C. analis* em nosso estudo no estágio de ovo pode ter sido causada, ao menos em parte, por elevadas temperaturas nos sítios de nidificação, as quais afetariam especialmente os estágios iniciais de desenvolvimento (Jesus e Garófalo, 2000; Gazola e Garófalo, 2003; Couto e Camillo, 2007). Outra possível explicação é que a manipulação dos ninhos e o seu traslado dos pomares para o laboratório tenha aumentado a incidência de mortalidade.

Os inimigos naturais (*Mesocheira bicolor*, *Coelioxys* sp e *Leucospis* sp) encontrados nos ninhos de *C. analis* em Feira de Santana têm sido registrados associados aos ninhos desta espécie de abelha em várias outras localidades (Morato *et al.*, 1999; Jesus e Garófalo, 2000; Aguiar e Martins, 2002; Gazola e Garófalo, 2003; Garófalo, 2008; Gazola e Garófalo, 2009), bem como em ninhos de outras espécies

pertencentes a este e a outros gêneros de abelhas. *Mesocheira bicolor* foi registrada parasitando também células de cria de *C. dichrotricha* (Morato *et al.*, 1999) e *C. tarsata* (Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004; Buschini e Wolff, 2006; Mendes e Rêgo, 2007; Gazola e Garófalo, 2009). Espécies de *Coelioxys* têm sido relatadas atacando ninhos de *C. vittata* (Pereira *et al.*, 1999), *C. dichrotricha* (Morato *et al.*, 1999), *C. trigonoides* (Aguiar *et al.*, 2006), *C. terminata* (Morato *et al.*, 1999; Drummond *et al.*, 2008) e *C. tarsata* (Aguiar e Martins, 2002; Aguiar e Garófalo, 2004; Buschini e Wolff, 2006; Mendes e Rêgo, 2007; Gazola e Garófalo, 2009). Espécies de Bombyliidae do gênero *Anthrax* foram registradas como parasitas de *C. vittata* (Pereira *et al.*, 1999), de *C. tarsata* e de *C. analis* (Gazola e Garófalo, 2009).

A taxa de parasitismo registrada para *C. analis* em Feira de Santana foi 2,5% das células construídas e os valores encontrados nos dois pomares (2,9% e 1,8%) não diferiram significativamente entre si. Nenhuma das espécies de inimigos naturais de *C. analis* teve grande importância durante o período de estudo e a taxa de parasitismo nas células de cria de *C. analis* em ninhos construídos em pomares de acerola foi similar às registradas para esta espécie em áreas de nidificação no ambiente urbano, por Jesus e Garófalo (2000) (3,9% das células), e em vegetação litorânea, por Aguiar e Martins (2002) (3,3 % dos indivíduos que emergiram). Entretanto, Gazola e Garófalo (2003) encontraram altas taxas de parasitismo (29,8% e 13,9%) em dois anos de estudo realizado com a mesma espécie em vegetação nativa (floresta semidecídua). Em outras espécies de *Centris* também tem sido registradas taxas de parasitismo mais altas, em áreas de nidificação em vegetação nativa, como em *C. vittata* (7,2% das células, Pereira *et al.*, 1999) e *C. tarsata* (25,7 % dos indivíduos que emergiram, Aguiar e Martins, 2002; 11,3% e 16,5% das células, Aguiar e Garófalo, 2004).

Avanços e desafios no manejo de *Centris analis* para polinização de *Malpighia emarginata*

A elevada frequência de ninhos de *C. analis* estabelecidos em ninhos-armadilha é registrada neste trabalho pela primeira vez no estado da Bahia. Nos estudos anteriores, a espécie foi pouco freqüente (como em Baixa Grande e Canudos) ou não nidificou nos ninhos-armadilha (como em Ipirá e Salvador) (Aguiar *et al.*, 2005; Viana *et al.*, 2001; Dórea, 2007). A abundância desta espécie na localidade de Feira de Santana é de certo modo surpreendente, visto que os estudos prévios em localidades do semiárido apontaram total ausência de nidificação desta espécie (Aguiar *et al.*, 2005; Schlindwein *et al.* 2006) ou nidificação pouco freqüente (Dórea, 2007), e sua ausência nas amostragens de abelhas em flores foi observada em diferentes localidades (Aguiar & Martins, 1997; Aguiar, 2003; Aguiar e Zanella, 2005; Aguiar *et al.*, 2005).

A predominância de nidificações de *C. analis* em pomares de aceroleira também foi registrada por Schlindwein *et al.* (2006) em Paudalho (na Zona da Mata de Pernambuco), onde mais de 90% dos ninhos de abelhas obtidos pertenciam a *C. analis*, e em João Pessoa (PB), e por Oliveira e Schlindwein *et al.* (2009) nos municípios de Paudalho e Aldeia, na mesma região.

Além da grande aceitação de ninhos artificiais para nidificação em áreas cultivadas, com grande quantidade de ninhos estabelecidos por *C. analis*, observada neste estudo e nos acima citados, a análise do pólen nas escopas de *C. analis* revelou uma grande proporção (89%) de grãos de pólen de *Malpighia emarginata* (Schlindwein *et al.*, 2006). Adicionalmente, a análise polínica do aprovisionamento larval feita por Oliveira e Schlindwein (2009) revelou que, quando nidificando em pomares de acerola, as fêmeas de *Centris analis* alimentaram suas larvas quase exclusivamente com pólen

de *Malpighia emarginata*. Isto demonstra que *C. analis* expressa grande fidelidade floral à aceroleira.

Apesar dos avanços no conhecimento sobre a biologia de nidificação de *C. analis*, como a identificação de preferência por diferentes diâmetros e comprimentos de cavidades para nidificação, e dos materiais necessário para a construção do ninho, caracterização da atividade anual em algumas áreas, avaliação das taxas de mortalidade e parasitismo, vários outros estudos ainda são necessários para fundamentar o desenvolvimento de um programa de manejo desta espécie com vistas à polinização de culturas. Segundo Bosch e Kemp (2002), para o desenvolvimento de um sistema de manejo para um polinizador, numerosos estudos são necessários, enfocando inicialmente a seleção de espécies de polinizadores candidatas ao manejo para a polinização de determinada cultura com déficit de polinização reconhecido, e em etapas posteriores devem ser realizadas uma série de estudos, envolvendo dentre outros aspectos, a biologia do desenvolvimento, a dinâmica das populações, a biologia dos parasitas, predadores e patógenos. Também devem ser produzidas orientações sobre métodos para criação e para liberação dos polinizadores na cultura e métodos de controle dos inimigos naturais. Oliveira & Schlindwein (2009) sugerem que os estudos sobre *C. analis* devem ser norteados no sentido de preencher as lacunas existentes no conhecimento sobre o desenvolvimento do imaturo, controle de emergência de adultos, métodos para controlar fungos, formigas e outros predadores e parasitas. Além disso, é preciso determinar o número ótimo de abelhas e de ninhos por área para alcançar uma alta produção de frutos e otimizar procedimentos para translocação e ocupação de ninhos-armadilha em novas áreas.

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**, Curitiba, 19 (Supl): 101-116.

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

AGUIAR, C. M. L. ; MARTINS, C. F. . 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga (São João do Cariri, Paraíba, Brasil.. *Iheringia - Série Zoologia*. 83: 151-163.

AGUIAR, C. M. L. ; GAGLIANONE, M. C. . 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**. 20 (4): 601-606.

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

AGUIAR, C. M. L.; GAROFALO, 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**. 22 (4): 1030-1038.

AGUIAR, C. M. L. ; ZANELLA, F. C. V. . 2005. Estrutura da Comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma Área na Margem do Domínio da Caatinga (Itatim, BA).. *Neotropical Entomology*. 34 (1): 15-24.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C.A. 2006. Biologia de nidificação de espécies de *Centris* Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini). **In: Anais do VII Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto. 141-145.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F.. 2006. Biologia de nidificação de *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**. 23 (2): 323-330.

ALONSO, J.D.S; GARÓFALO, C.A. 2008. Utilização de ninhos-armadilha de diferentes comprimentos por fêmeas de *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 87 – 94.

ALVES-DOS-SANTOS, I. 2003. Trap nesting bees and wasps on the University campus in São Paulo, southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeate). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 76 (2): 328-334.

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

- BOSCH, J. 1994b. *Osmia cornuta* (Latreille) (Hym., Megachilidae) as a potential pollinator in almond orchards. **J. Appl. Ent.** 117: 151-157.
- BOSCH, J.; KEMP, W.. 2001. **How to manage the blue orchard bee**. Sustainable Agriculture Network. Washington, DC.
- BOSCH, J.; KEMP, W.P.. 2002. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees, *Bull. Entomol. Res.* 92, 3-16
- BUSCHINI, M. L. T.. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in southern Brazil. **Apidologie**. 37: 58-66
- BUSCHINI, M. L. T.; WOLFF, L. L. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Braz. J. Biol.** 66 (4): 1091-1101
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C; MUCCILLO, G. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**. 39 (2): 459-470
- CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES (CEI-BA), 1994. **Informações Básicas dos Municípios Baianos**: Região Paraguaçu: 1-877. CEI, Salvador
- COUTO, R. M.. 2009. **Comportamento de fêmeas de *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) quando parasitadas por *Physocephala* sp (Diptera: Conopidae)**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- COUTO, R. M.; CAMILLO, E. 2007. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, 97(1): 51-55.
- COVILLE R.E.; FRANKIE G.W.; VINSON S.B. 1983. Nests of *Centris segregate* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting of the genus. **J Kansas Entomol Soc.** 56: 109 – 122.
- DÓREA, M. da C.. 2007. **O pólen armazenado por abelhas solitárias: estudo em uma área de caatinga na Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- DRUMMONT, P.; SILVA, F. O. da; VIANA, B. F.. 2008. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, Bahia. **Neotropical Entomology**. 37 (3): 239-246
- FERREIRA, R. P.; MARTINS, C. F. 2008. A Orientação e o Sombreamento dos Ninhos-Armadilha Influenciam as Taxas de Captura?. **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 186 – 191

- FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B, NEWSTROM, L.E.; BARTHELL, J.F. 1988. Nest site and habitat preferences in *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica**. 20 (4): 301-310.
- FRANKIE, G.W.; NEWSTROM, L.E.; VINSON, S.B.; BARTHELL, J.F.. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rican dry forest. **Biotropica**. 25: 322-333.
- 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**. Cambridge. 133: 303-311.
- GAGLIANONE, M. C.. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 8: 107-117.
- 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**, 4: 121-128.
- GARÓFALO, C.A. 2008. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) Nidificando em Ninhos-Armadilha na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **In: Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto – SP**. 208 – 217.
- 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**, Lawrence, 76 (2): 131-142.
- GAZOLA, A.L.; GARÓFALO, C.A. 2009. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the state of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research** 8 (2): 607-622
- JESUS, B.M.V.; GARÓFALO, C.A.. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, Les Ulis, 31: 503-515.
- 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 (3): 265-278.
- LAROCA, S.; D.T. REYNAUD DOS SANTOS; D.L. SCHWARTZ FILHO. 1993. Observations on the nesting biology of three Brazilian Centridini bees: *Melanocentris dorsata* (Lepelletier, 1841), *Ptilotopus sponsa* (Smith, 1854) and *Epicharitides obscura* (Friese, 1899) (Hymenoptera: Anthophoridae). **Tropical Zoology** 6: 153-163.
- LINSLEY, E.G.; MACSWAIN, J.W.; MICHENER, C.D.. 1980. Nesting biology and associates of *Melitoma* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Univ. Calif. Publ. Entomol.** 90: 1-45.

- LOYOLA, R D.; MARTINS, R. P. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remanent. **Neotrop. Entomol.** 35 (1): 41-48
- MAGALHÃES, L. M. F., OLIVEIRA, D.; OHASHI, O. S. 1999. Efeito da polinização na frutificação da acerola na Amazônia. **Revista Brasileira Fruticultura.** 21 (1): 95-97.
- MARTINS, C. G. M.; LORENZON, M. C. A.; BAPTISTA, J. L. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. **Caatinga. Mossoró.** 12: 55-59,
- MELO, C.G. de; ALVES, E. U.; LORENZON, M.C.A.; BAPTISTA, J. L. 1997. Polinizadores de *Malpighia glabra* L. **Mensagem Doce.** 42: 14-17.
- MENDES, F. N.; RÊGO, 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** 51(3): 382-388
- MICHENER, C.D. 2000. **The bees of the world.** Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913p.
- MORATO, E.F. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia.** 18(3): 737-748.
- 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** 16: 1213-1222.
- OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. 2009. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: The Solitary Oil-Collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **J. Econ. Entomol.** 102(1): 265-273.
- 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.** 30: 327-338.
- PETERSON, J.; ROITBERG, B. 2006. Impact of Resource Levels on Sex Ratio and Resource Allocation in the Solitary Bee, *Megachile rotundata*. **Environ Entomol.** 35: 1404-1410
- RÊGO, M. M.C.; ALBUQUERQUE, P M.C.; RAMOS, M. C.; CARREIRA, L. M.. 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 (5): 579-587.
- RAMOS, M.; MENDES, F.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M.. 2007 Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (4): 1006–1010

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

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**. 7: 84-93.

SANTOS, A. M. ; SERRANO, J. C. ; COUTO, R.M. ; ROCHA, L.S.G ; MELLO-PATIU, C. A. ; GAROFALO, C. A. . 2008. Conopid Flies (Diptera: Conopidae) Parasitizing *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology**. 37: 606-608.

SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C.F.; ZANELLA, F.C.V.; ALVES, M.V.; CARVALHO, A.T.; DARRAULT, R.O.; DUARTE Jr., J.A.; OLIVEIRA, M.D.; FERREIRA, A.G.; GUEDES, R.S.; FERREIRA, R.P.; PINTO, C. E.; SILVEIRA, M.S.; VITAL, M.T.A.B., 2006. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. **In: Anais do VII Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto – SP. 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**. 30(4): 541-545.

SILVA, L.C.V. 2004. **Aspectos da polinização de *Malpighia emarginata* D.C. em Cruz das Almas, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.

SIQUEIRA, K. M.M. 2007. **Ecologia da polinização de frutíferas na região do Vale do Submédio do São Francisco**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba.

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

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.

VANDENBERG, J.D. 1995. Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Economic Entomology**. 88: 592-599

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

VIANA, B. F.; MELO, A. M. C. de; MARTINS, P. D. D. . 2006. Variação na estrutura do habitat afetando a composição de abelhas e vespas solitárias em remanentes florestais urbanos de mata atlântica no Nordeste do Brasil. **Sitientibus**, 6: 282-295.

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* dc (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo mineiro. **Biosci. J.** 23 (1):14-23.