

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

**“Ecologia e comportamento de nidificação de abelhas solitárias
(Hymenoptera, Apoidea) em áreas de Caatinga e Floresta estacional
semi-decídua (Bahia, Brasil), com ênfase em espécies do gênero
Centris Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini).”**

Cândida Maria Lima Aguiar

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Garófalo

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Doutor em Ciências, Área Entomologia.

RIBEIRÃO PRETO- SP

2002

Algumas Lições ...

Durante os anos dedicados ao curso de doutorado, convivi com pessoas com quem tive oportunidade de aprender numerosas coisas, uma aprendizagem que vai muito além do âmbito acadêmico. Seguirei levando comigo as lições que me ensinaram, dentre elas, a importância de receber e dar confiança e amizade.

Dedico este trabalho aos meus pais, Jonas e Ivone Aguiar e a todos os jovens que se encantam as abelhas e pretendem trilhar os caminhos do seu estudo, dentre eles Gesline Fernandes, que me ensinou tanto sobre perseverança e amizade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Feira de Santana, pela concessão do afastamento e por ter ajudado a viabilizar o trabalho de campo.

À Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia, pelos dados climáticos.

Ao meu orientador, Dr. Carlos Alberto Garófalo (FFCLRP-USP), pela confiança em mim depositada e por tudo que me ensinou.

Aos professores do Departamento de Ciências Biológicas da UEFS, pela cooperação e incentivo. Agradeço especialmente aos colegas Míriam Gimenes e Luciano Paganucci de Queiroz, pelas valiosas sugestões e revisão de alguns capítulos, Gizélia Vieira dos Santos e Eneida Moraes de Marcílio Cerqueira, pelo apoio a este projeto na fase inicial, a Francisco José Souto, pelas fotografias e slides, aos colegas do Laboratório de Entomologia, pela colaboração e compreensão e ao Prof. André Barboni (DSAU-LIS), pelo auxílio na parte estatística.

À Dra. Mírian Marques (MZUSP) pelas sugestões.

Aos meus estagiários da UEFS (Gesline Fernandes de Almeida e Cleudson Lopes), aos biólogos Janete Jane Rezende e Ivan Castro e a Seu Miguel Arcanjo (motorista da UEFS), pelo auxílio durante o trabalho de campo e por tudo o mais que fizeram por mim nestes quatro anos (difícil listar!).

Aos colegas da USP, especialmente a Ana Karina Braga, Ana Lúcia Gazola, Cristina Gaglianone, Bartira V. de Jesus e Márcio Pereira, por cederem e enviarem bibliografia para mim, e por tornarem minha estada em Ribeirão Preto mais agradável.

Aos botânicos Flávio França, Efigênia Melo e Luciano Paganucci (HUEFS) pela determinação das espécies de plantas.

Aos taxonomistas Dr. Fernando César Vieira Zanella (UFPB) e Dr. Márcio Oliveira (UFAC) pela determinação das espécies de abelhas.

Ao acadêmico Ricardo Vilas-Boas (LIAB-UEFS) pelo auxílio com a edição dos desenhos e fotografias.

A Ranulfo Nunes (Gráfica Modelo), Arivaldo Santiago e Virgínia Maciel, pelo auxílio na impressão do trabalho.

Aos proprietários das fazendas Olhos d' Água (Dona Adélia Oliveira), Bom Jesus (Seu José Borges) e Sempre Verde (Seu Alberto Bispo), pela permissão para realizar as coletas e pela hospedagem. Um agradecimento especial para Seu Raminho, pela acolhida em sua casa e por fazer nosso jantar!

À amiga Fátima Nascimento Silva, pela acolhida em sua casa, em Feira de Santana.

Aos meus pais, Jonas e Ivone Aguiar, por todo o investimento que fizeram em mim, que me permitiu chegar até aqui.

A todos que colaboraram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Índice

	pag
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	ix
Introdução Geral	1
Referências Bibliográficas.....	3
Capítulo 1: Atividades de Nidificação de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em Ninhos-Armadilha, em áreas de Floresta Estacional Semi- decídua e Caatinga.....	6
Abstract.....	7
Resumo.....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados.....	17
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	23
<i>Centris (Heterocentris) analis</i>	36
<i>Xylocopa</i> sp.....	36
<i>Tetrapedia diversipes</i>	39
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i>	41
<i>Dicranthidium</i> sp.....	44
<i>Epanthidium aff. tigrinum</i>	44
<i>Megachile</i> sp.....	47
Discussão.....	50
Riqueza e abundância das espécies de abelhas em ninhos-armadilha..	50
Padrão anual de fundação dos ninhos.....	52
Considerações sobre os ninhos de algumas espécies.....	54
Utilização dos ninhos-armadilha.....	56
Razão Sexual.....	59
Parasitismo e Mortalidade.....	60
Referências Bibliográficas.....	62
Capítulo 2: Biologia de nidificação de <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Centridini).....	67
Abstract.....	68
Resumo.....	69
Introdução.....	70
Material e Métodos.....	71
Resultados.....	74
Coleta do material para construção.....	74
Comportamento de construção do ninho.....	75
Arquitetura do ninho.....	77
Aprovisionamento.....	78
Oviposição, fechamento da célula e do ninho.....	83
Período de nidificação.....	84
Padrão diário de atividade externa.....	84
Comportamento de <i>Coelioxys</i> sp. em ninhos de <i>Centris trigonoides</i>	85
Comportamento de machos.....	90
Discussão.....	90
Construção e Estrutura dos ninhos.....	90
Provisões.....	92

Padrão diário de atividade externa.....	94
Parasitismo.....	95
Referências Bibliográficas.....	97
Capítulo 3: Biologia de nidificação de <i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Centridini).....	100
Abstract.....	101
Resumo.....	102
Introdução.....	103
Material e Métodos.....	104
Resultados.....	105
Comportamento de construção do ninho.....	105
Descrição do ninho de <i>Centris aenea</i>	106
Aprovisionamento das células e visitas às flores.....	113
Discussão.....	116
Referências Bibliográficas.....	119
Capítulo 4: Diversidade de espécies, abundância sazonal e exploração de recursos florais por espécies de <i>Centris</i> Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini) em áreas de Caatinga na Bahia (Brasil)....	122
Abstract.....	123
Resumo.....	124
Introdução.....	125
Material e Métodos.....	126
Resultados.....	129
Espécies de <i>Centris</i>	129
Padrão Anual de Atividades em Itatim (Fenologia).....	130
Plantas visitadas por <i>Centris</i>	131
Discussão.....	140
Riqueza de espécies e abundância.....	140
Padrão Anual de Atividades.....	141
Utilização dos Recursos Florais.....	143
Referências Bibliográficas.....	145
Capítulo 5: Atividade de coleta de óleo por espécies de <i>Centris</i> (Apidae, Centridini) em <i>Mcvaughia bahiensis</i> W.R. Anderson (Malpighiaceae) na caatinga, com ênfase nos aspectos temporais.....	150
Abstract.....	151
Resumo.....	152
Introdução.....	153
Material e Métodos.....	154
Resultados.....	159
Visitantes de <i>Mcvaughia bahiensis</i>	159
Aspectos temporais da coleta de óleo.....	160
Discussão.....	168
Referências Bibliográficas.....	170

Índice de Tabelas

	pag.
Capítulo 1	
Tabela 1.1. Número de ninhos de espécies de abelhas construídos de novembro de 1998 a fevereiro de 2001, em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA) e de setembro de 1999 a fevereiro de 2001 na Caatinga (Ipirá-BA).....	18
Tabela 1.2. Freqüência mensal de nidificação por abelhas em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA), de novembro de 1998 a fevereiro de 2001.....	19
Tabela 1.3. Freqüência mensal de nidificação por abelhas em área de Caatinga (Ipirá-BA), de setembro de 1999 a fevereiro de 2001.....	20
Tabela 1.4. Número de nidificações de <i>Centris tarsata</i> em cada tipo de ninho-armadilha, nos pontos de amostragem de Baixa Grande-BA (BG) e Ipirá-BA (IP).....	25
Tabela 1.5. Número de células em ninhos de <i>Centris tarsata</i> estabelecidos em ninhos-armadilha, em Baixa Grande e Ipirá (BA).....	30
Tabela 1.6. Número de ninhos e células de <i>Centris tarsata</i> atacadas por cleptoparasitas em Baixa Grande (BA), em nidificações realizadas de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 e em Ipirá (BA), de setembro de 1999 a fevereiro de 2001.....	35
Tabela 1.7. Mortalidade em células de <i>Centris tarsata</i> , em nidificações realizadas de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 em Baixa Grande (BA) (pontos I e II) e de setembro de 1999 a fevereiro de 2001 em Ipirá (BA) (pontos III e IV).....	35
Tabela 1.8. Número de células em ninhos de <i>Euglossa cordata</i> estabelecidos em ninhos-armadilha, em Baixa Grande (BA) e Ipirá (BA).....	42
Tabela 1.9. Diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por espécies de <i>Centris</i>	58
Capítulo 2	
Tabela 2.1. Tempo (em horas) gasto por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> na construção das células, em Monte Santo (BA).....	77

Tabela 2.2. Duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para a coleta de pólen, em Monte Santo (BA).....	79
Tabela 2.3. Tempo (em horas) gasto pelas fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para a estocagem de pólen em uma célula, em Monte Santo (BA).....	81
Tabela. 2.4. Duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para coleta de óleo durante o aprovisionamento das células em Monte Santo (BA).....	81
Tabela 2.5. Tempo (em horas) gasto pelas fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para concluir o aprovisionamento de uma célula, em Monte Santo (BA).....	82
Tabela 2.6. Tempo (em minutos) de permanência de <i>Coelioxys</i> sp. no interior de ninhos de <i>Centris trigonoides</i> , em casos de provável oviposição do parasita, em Monte Santo (BA).....	88
Tabela 2.7. Tempo (em minutos) de permanência de fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> em seus ninhos após encontrarem parasitas no interior deles, em Monte Santo (BA).....	89
Tabela 2.8. Tempo (em minutos) que os parasitas <i>Coelioxys</i> sp. permaneceram pousados próximo a ninhos de <i>Centris trigonoides</i> e tempo de permanência dos parasitas no interior dos ninhos de <i>C. trigonoides</i> , em Monte Santo (BA).....	89
 Capítulo 4	
Tabela 4.1. Espécies de <i>Centris</i> coletadas nas Caatingas de Itatim e Monte Santo (BA).....	129
Tabela 4.2. Número de indivíduos por espécie de <i>Centris</i> coletados no período de setembro/96 a novembro/97, em Itatim (BA).....	130
Tabela 4.3. Número de espécies de <i>Centris</i> e de indivíduos por sexo capturados em flores no período de setembro/96 a novembro/97, em Itatim (BA).....	132
Tabela 4.4. Número de indivíduos das espécies de <i>Centris</i> capturados em cada espécie de planta visitada em Itatim (BA), no período de setembro/96 a novembro/97.....	133
Tabela 4.5. Plantas visitadas por espécies de <i>Centris</i> nas caatingas de Itatim e Monte Santo (BA).....	134

Tabela 4.6. Plantas visitadas em diversos habitats pelas espécies de <i>Centris</i> registradas na caatinga.....	135
--	-----

Capítulo 5

Tabela 5.1. Percentual de ocorrências de espécies de <i>Centris</i> registradas nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae), de acordo com o número de flores visitadas, em Monte Santo (BA).....	160
--	-----

Tabela 5.2. Horários de acrofase da atividade de coleta de óleo pelas espécies de <i>Centris</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae) em Monte Santo (BA).....	166
--	-----

Tabela 5.3. Comparações das acrofases da atividade de coleta de óleo das espécies de <i>Centris</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae), em Monte Santo (BA).....	167
--	-----

Índice de Figuras

	pag.
Capítulo 1	
Fig. 1.1. Pontos de amostragem em Ipirá (BA). A. Vegetação de caatinga (Ponto IV). B. Pastagem (Ponto III).....	11
Fig. 1.2. Ponto de amostragem (I), em Baixa Grande (BA): vegetação de Floresta estacional semi-decídua.....	12
Fig. 1.3. Pluviosidade mensal (em mm) em Ipirá (BA), de janeiro de 1999 a fevereiro de 2001.....	13
Fig. 1.4. Pluviosidade mensal (em mm) em Baixa Grande (BA), de janeiro de 1999 a fevereiro de 2001.....	13
Fig. 1.5. Ninhos-armadilha confeccionados com cartolina preta, com dimensões de 5,8 x 0,6 cm (A) e 10,5 x 0,8 cm (B).....	15
Fig. 1.6. Gomos de bambu utilizados como ninhos-armadilha.....	15
Fig. 1.7. Ninhos-armadilha dispostos em prateleiras de estante de aço, sob uma cobertura de lona plástica.....	16
Fig. 1.8. Inspeção dos ninhos-armadilha com auxílio de otoscópio, para verificar a ocorrência de nidificação.....	16
Fig. 1.9. Diâmetros dos gomos de bambu utilizados para nidificação pelas abelhas em Baixa Grande e Ipirá (BA).....	21
Fig 1.10. Percentual de gomos de bambu de diferentes diâmetros utilizados por <i>Centris tarsata</i> , <i>Euglossa cordata</i> e <i>Xylocopa frontalis</i> para nidificação, em Baixa Grande e Ipirá (BA).....	22
Fig 1.11. Número de ninhos fundados mensalmente por <i>Centris tarsata</i> em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA), de janeiro de 1999 a dezembro de 2000.....	24
Fig 1.12. Número de ninhos fundados mensalmente por <i>Centris tarsata</i> em área de Caatinga (Ipirá-BA), de setembro/1999 a agosto/2000 (ano I) e de setembro/2000 a fevereiro/2001 (ano II).....	24
Fig. 1.13. Intervalo (___) entre a coleta do ninho (●) e a emergência dos imagos (☉) de <i>Centris tarsata</i> , em Baixa Grande (BA).....	26
Fig. 1.14. Intervalo (___) entre a coleta do ninho (●) e a emergência dos imagos (☉) de <i>Centris tarsata</i> , em Ipirá (BA).....	27
Fig. 1.15. Ninhos de <i>Centris tarsata</i> (Apidae, Centridini) construídos em tubo de cartolina (A) e gomos de bambu (B-D).....	31

Fig. 1.16. Célula de <i>Centris tarsata</i> proveniente de ninho construído em tubo de cartolina (10,5 x 0,8 cm).....	32
Fig. 1.17. Opérculo da célula de <i>Centris tarsata</i>	32
Fig. 1.18. Casulo de <i>Centris tarsata</i>	33
Fig. 1.19. Gomo de bambu escavado por <i>Xylocopa frontalis</i> (Apidae, Xylocopini).....	38
Fig. 1.20. Ninho de <i>Xylocopa frontalis</i> com uma célula fechada por partição de serragem e outra em início de provisionamento.....	38
Fig. 1.21. Ninho de <i>Tetrapedia diversipes</i> (Apidae, Tetrapediini) com pré-pupas nas células.....	40
Fig. 1.22. Ninhos de <i>Euglossa cordata</i> (Apidae, Euglossini) em gomos de bambu.....	43
Fig. 1.23. Ninhos de <i>Dicranthidium arenarium</i> (Megachilidae, Anthidiini) em tubos de cartolina.....	45
Fig. 1.24. Ninho de <i>Epanthidium aff. tigrinum</i> (Megachilidae, Anthidiini) em gomo de bambu.....	46
Fig. 1.25. Ninho de <i>Megachile lissotata</i> (Megachilidae, Megachilini) em gomo de bambu.....	49
Fig. 1.26. Gomo de bambu utilizado para nidificação por duas espécies de abelhas: (A) células de <i>Megachile</i> sp. (B) células de <i>Centris tarsata</i>	49

Capítulo 2

Fig. 2.1. Construção de madeira na qual a agregação de ninhos de <i>Centris trigonoides</i> foi encontrada, na Faz. Caldeirão Grande, em Monte Santo (BA).....	72
Fig. 2.2. Fêmea de <i>Centris trigonoides</i> nidificando em gomo de bambu.....	73
Fig. 2.3. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para a coleta de areia (ou areia+óleo), em Monte Santo (BA).....	75
Fig. 2.4. Tempo (em minutos) de permanência das fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> dentro do ninho entre dois vôos consecutivos para a coleta de material para construção das células.....	76
Fig. 2.5. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para coleta de pólen, em Monte Santo (BA).....	80

Fig. 2.6. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> para a coleta de óleo para provisão das células, em Monte Santo (BA).....	82
Fig. 2.7. Horários de início e término das atividades externas de fêmeas de <i>Centris trigonoides</i> em Monte Santo (BA).....	85
Fig. 2.8. Tempo (em segundos) de permanência de <i>Coelioxys</i> sp. no interior de ninhos de <i>Centris trigonoides</i> , em Monte Santo (BA).....	87

Capítulo 3

Fig. 3.1. Períodos de atividade dentro do ninho (barras pretas) e atividade externa (barras brancas) durante 2 dias, de uma fêmea de <i>Centris aenea</i> durante a nidificação.....	106
Fig 3.2 . Fêmea de <i>Centris aenea</i> entrando no ninho com carga de pólen na escopa.....	108
Fig. 3.3. Ninho de <i>Centris aenea</i> com três células (ninho III).....	109
Fig. 3.4. Ninho de <i>Centris aenea</i> com duas células. A célula superior foi quebrada, expondo o ovo cilíndrico sobre as provisões (ninho V)..	110
Fig. 3.5. Ninho de <i>Centris aenea</i> com duas células (ninho VI)	111
Fig. 3.6. Célula de <i>Centris aenea</i>	112
Fig. 3.7. Duração (em minutos) dos processos de construção e provisão do ninho por uma fêmea de <i>Centris aenea</i>	115
Fig. 3.8. Padrão temporal de atividade de coleta de óleo de <i>Centris aenea</i> em flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> , em Monte Santo (BA).....	116

Capítulo 4

Fig. 4.1. Vegetação de Caatinga arbustiva aberta em área com <i>inselbergs</i> (Itatim, BA).....	127
Fig. 4.2. Número de indivíduos das espécies de <i>Centris</i> coletados por mês, no período de setembro/1996 a novembro/1997, em Itatim (BA).....	131

Capítulo 5

Fig. 5.1. Pluviosidade mensal (em mm) em Euclides da Cunha (BA), de janeiro de 2000 a janeiro de 2001.....	155
Fig. 5.2. Arbusto de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae).....	157

Fig. 5.3. Inflorescência de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae).....	157
Fig. 5.4. Temperatura do ar (em °C) em Monte Santo (BA), durante as observações das atividades de coleta de óleo pelas abelhas nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i>	158
Fig. 5.5. Umidade relativa do ar em Monte Santo (BA), durante as observações das atividades de coleta de óleo pelas abelhas nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i>	158
Fig. 5.6. Número de ocorrências das espécies de <i>Centris</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> , em cada mês de observação, em Monte Santo (BA).....	159
Fig. 5.7. <i>Centris aenea</i> (Apidae, Centridini) coletando óleo em flor de <i>Mcvaughia bahiensis</i> (Malpighiaceae).....	161
Fig. 5.8. Número de flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> visitadas pelas espécies de <i>Centris</i> em cada intervalo de hora, ao longo dos dias de observações, em Monte Santo (BA).....	162
Fig. 5.9. Número de ocorrências de <i>Centris aenea</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> , em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA).....	164
Fig. 5.10. Número de ocorrências de <i>Centris obsoleta</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA).....	165
Fig. 5.11. Número de ocorrências de <i>Centris fuscata</i> nas flores de <i>Mcvaughia bahiensis</i> , em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA).....	165

INTRODUÇÃO GERAL

Os estudos com metodologia padronizada sobre a fauna de abelhas das Caatingas começaram a ser realizados a partir da década de 90 (Martins, 1990) e o conhecimento sobre a composição da melissofauna, estrutura das comunidades e padrões de exploração dos recursos florais é ainda bastante pontual, visto que poucas áreas foram estudadas. Há levantamentos de abelhas e plantas visitadas, com uma abordagem sobre a estrutura das comunidades, em algumas localidades da Bahia, como Casa Nova (Martins, 1990; 1994), Castro Alves (Carvalho, 1999) e Ibiraba (Viana, 1999), da Paraíba (Aguiar & Martins, 1997) e do Rio Grande do Norte (Zanella, 2000).

As Caatingas constituem um domínio morfoclimático e fitogeográfico caracterizado por um regime de pluviosidade escassa e irregular, temporalmente e espacialmente (Ab'Sáber, 1969). Representam um habitat heterogêneo, que abrange formações vegetais distintas (ver Andrade-Lima, 1981), tipicamente decíduas e associadas a elevadas deficiências hídricas, resultantes da combinação de fatores, como tipo de solo, influência do lençol freático, índices de pluviosidade localmente diferenciados e ação antrópica (Huec, 1972).

As condições climáticas extremas, representadas pelas altas temperaturas e insolação, baixa umidade relativa do ar, escassez e imprevisibilidade das chuvas, que por sua vez afetam a disponibilidade de recursos florais para as abelhas, caracterizam as Caatingas como um habitat onde as pressões ecológicas são intensas. Para as abelhas, são esperados ajustes nos padrões temporais (diários e anuais) de atividades e nos ciclos biológicos, que capacitem a sobrevivência em um ambiente submetido a forte stress. A emergência dos adultos em períodos onde há alta disponibilidade de recursos florais, por exemplo, é uma estratégia crucial para o sucesso reprodutivo das espécies de abelhas solitárias.

As abelhas do gênero *Centris* constituem um importante componente da melissofauna das Caatingas. Os levantamentos têm revelado que este é um dos gêneros com maior riqueza em espécies, na maioria das áreas amostradas. Algumas destas espécies são abundantes e estão entre as predominantes em algumas associações de abelhas na caatinga (Carvalho, 1999; Viana, 1999). Elas são importantes também como polinizadores de várias espécies de plantas neste habitat (Machado, 1990) e constituem o principal grupo de polinizadores efetivos de

plantas produtoras de óleo, tais como espécies de Scrophulariaceae (Vogel & Machado, 1991).

Uma considerável quantidade de informação sobre a biologia e hábitos de nidificação das espécies de *Centris* tem sido produzida, desde as primeiras décadas do século XX (Claude-Joseph, 1926; Pickel, 1928; Vesey-Fitzgerald, 1939; Janvier, 1955). Michener & Lange (1958) reuniram as informações disponíveis sobre os hábitos de nidificação de algumas abelhas solitárias, incluindo *Centris*, e Coville *et al.* (1983) fizeram uma ampla revisão dos hábitos de nidificação neste gênero.

Vários autores têm destacado a importância da incorporação de informações biológicas, incluindo comportamento de construção, provisionamento, oviposição, arquitetura dos ninhos e morfologia dos imaturos, aos dados morfológicos dos adultos, para auxiliar a separação taxonômica de espécies e para inferências sobre as relações de parentescos entre os grupos de abelhas (Clement & Rust, 1976; Parker, 1978; Frohlich, 1983; Eickwort *et al.*, 1981).

A facilidade de manipulação de ninhos-armadilha representa uma importante ferramenta para o avanço do conhecimento da biologia e comportamento de espécies de abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes. A disponibilização de ninhos-armadilha no ambiente para induzir a nidificação de himenópteros tem sido empregada com vários propósitos, dentre os quais a obtenção de dados sobre arquitetura dos ninhos e materiais utilizados, formas imaturas, período de nidificação, parasitas, fatores responsáveis pela mortalidade, preferências por habitat e substrato para nidificação, fatores que afetam a distribuição e abundância das espécies e comportamento (Koerber & Medler, 1958; Krombein, 1967; Danks, 1971; Frankie *et al.*, 1988; Gathmann *et al.*, 1994; Vandenberg, 1995; Steffan-Dewnter & Tschardtke, 1997; Gathmann & Tschardtke, 1997, 1999; Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000). Esta técnica também permite a obtenção de um número razoável de adultos de espécies que são raramente coletadas em flores e ocorrem em baixas densidade em seus habitats (Parker, 1978; 1984; Torchio, 1984).

Comparações espaciais e temporais podem ser padronizadas com a exposição de um número e tipos iguais de ninhos-armadilha. Eles permitem o monitoramento ao longo do ano e excluem muitos fatores influenciadores ou perturbadores, que estão geralmente associados com mapeamento de insetos no campo. Diversas vantagens tornam a aplicação de ninhos-armadilha para vespas e

abelhas útil como bioindicadores e no monitoramento de ecossistemas. Estes organismos são indicadores sensíveis da qualidade do habitat ou de mudanças ambientais, refletidas na abundância, diversidade de espécies e nas interações ou funções ecológicas, como taxas de parasitismo, predação e produção de sementes (Tscharrntke *et al.* 1998).

Embora amostre apenas uma fração da fauna de abelhas de um habitat, a amostragem por ninhos-armadilha também se mostra eficiente para estudar a diversidade de espécies de himenópteros. Tscharrntke *et al.* (1998) encontraram forte correlação entre a riqueza de espécies de himenópteros em ninhos-armadilha com aquela amostrada com redes de varredura, concluindo que este método poderia ser usado como preditor do número total de espécies de vespas e abelhas do habitat.

Por fim, estudos com ninhos-armadilha fornecem informações biológicas imprescindíveis para a avaliação do potencial polinizador de espécies de abelhas solitárias e para o domínio das técnicas de criação e manejo de populações, com vistas à sua utilização em agro-ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. 1969. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, **43**:1-26.
- 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**, Sér. Zool, **83**:151-163.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. **Revta. bras. Bot.** **4**:149-153.
- CARVALHO, C.A.L. 1999. **Diversidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves- BA.** Tese de Doutorado. ESALQ - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 104p.
- CLAUDE-JOSEPH, F. 1926. Recherches biologique sur les Hyménoptères du Chili. **Ann. Sci. Nat. Zool.** **9**: 113-268.
- CLEMENT, S.L. & RUST, R.W. 1976. The nesting biology of three species of *Hoplitis* Klug (Hymenoptera: Megachilidae). **Pan-Pacific Entomol.** **52**(2):110-119.
- COVILLE, R.E., FRANKIE, G.W. & VINSON, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthoporidae) with a review of the nesting habits of the genus. **J. Kansas Entomol. Soc.** **56**(2):109-122
- DANKS, H.V. 1971. Nest mortality factors in stem-nesting aculeate Hymenoptera. **J. Anim. Ecol.** **40**:79-82

- EICKWORT, G.C., MATTHEWS, R.W. & CARPENTER, J. 1981. Observations on the nesting behavior of the *Megachile rubi* and *M. texana* with a discussion of the significance of soil nesting in the evolution of the Megachilid bees (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **54**(3):557-570.
- FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B.; NEWSTROM, L.; & BARTHELL, J.F. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica** **20**(4):301-310.
- FROHLICH, D.R. 1983. On the nesting biology of *Osmia (Chenosmia) bruneri* (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **56**(2):123-130.
- GATHMANN, A.; GREILER, H.J. & TSCHARNTKE, T. 1994. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. **Oecologia** **98**: 8-14.
- GATHMANN, A. & TSCHARNTKE, T. 1997. Bienen und wespen in der agrarlandschaft (Hymenoptera Aculeata): ansiedlung und vermehrung in Nisthilfen. **Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.** **11**:91-94
- HUEC, K. 1972. A região da caatinga do Nordeste brasileiro. In: **As florestas da América do Sul**. Ed. Polígono, São Paulo, pp.306-327.
- JANVIER, H. 1955. Le nid et la nidification chez quelques abeilles des Andes tropicales. **Ann. Sci. Nat. Zool.** **17**(11):311-349.
- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** **31**: 503-515
- KOERBER, T.W. & MEDLER, J.T. 1958. A trap-nest survey of solitary bees and wasps in Wisconsin, with biological notes. **Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters** **47**:53-63
- KROMBEIN, K.V. 1967. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates**. Smithsonian Press, Washington DC, 570p.
- MACHADO, I.C.S. 1990. **Biologia floral de espécies de caatinga no município de Alagoinha (PE)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 245p.
- MARTINS, C.F. 1990. **Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na Caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 139p.
- MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordestina Biol.** **9** (2):225-257
- MICHENER, C.D & LANGE, R.B. 1958. Observations on the ethology of Neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). **Univ. Kansas Sci. Bull.** **39** (3):69-96
- PARKER, F.D. 1978. Biology of the bee genus *Proteriadodes* Titus (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **51**(2):145-173.

- PARKER, F.D. 1984. The Nesting biology of *Osmia (Trichinosmia) latisulcata* Michener. **J. Kansas Entomol. Soc.** **57**:430-436
- 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
- PICKEL, B. 1928. Contribuição para a biologia de *Centris sponso* e *Acanthopus excellens* (Hymen.). **Boletim Biológico** (São Paulo), **14**:135-143
- STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 1997. Die folgen der habitat-fragmentierung für bestäuber-pflanze-interaktionen. **Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.** **11**: 79-82.
- TORCHIO, P.F. 1984. Discovery of *Osmia tanneri* Sandhouse (Hymenoptera: Megachilidae) nesting in drilled wood trap nests. **J. Kansas Entomol. Soc.** **57**(2):350-352
- TSCHARNTKE, T; GATHMANN, A & STEFFAN-DEWENTER, I. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology** **35**:708-719.
- VANDENBERG, J.D. 1995. Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Econ. Entomol.** **88**(3):592-599
- VESEY-FITZGERALD, D. 1939. Observations on bees (Hym.: Apoidea) in Trinidad. B. W. I., **Proc. Royal Ent. Soc. London**, ser. A, **14**:107-110.
- VIANA, B.F. 1999. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** **28**(4):635-645.
- VOGEL, S. & MACHADO, I.C.S. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE, Brasil. **Pl. Syst. Evol.** **178**:153-178.
- ZANELLA, F.C.V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie** **31**:579-592.

Capítulo 1

**Atividades de Nidificação de
Abelhas (Hymenoptera, Apoidea)
em Ninhos-Armadilha, em áreas de
Floresta Estacional Semi-decídua e
Caatinga.**

ABSTRACT

NESTING ACTIVITIES OF BEES (HYMENOPTERA, APOIDEA) IN TRAP-NESTS, IN AREAS OF DRY SEMI-DECIDUOUS FOREST AND CAATINGA.

This study examined the species richness and seasonal abundance of cavity-nesting bees in areas of dry semi-deciduous forest (Baixa Grande; 12° 00' S; 40° 17' W) and caatinga (Ipirá; 12° 13' S; 39° 49' W) in the State of Bahia, Brazil. Sampling was done employing two types of trap-nests: bamboo canes and tubes made from black cardboard with dimensions of either 58 x 6 mm (= small tube) or 105 x 8 mm (= large tube). All tubes were inserted into holes drilled horizontally into wood plates. Trap-nests were placed at 2 sites in Baixa Grande and at 2 sites in Ipirá. The traps were inspected once a month from November 1998 to February 2001 in Baixa Grande, and from September 1999 to February 2001 in Ipirá. One hundred and forty-six nests of 11 bee species were collected in Baixa Grande, and 121 nests of 7 species were collected in Ipirá. Five species of cleptoparasitic bees were also reared from these nests. Of the species encountered, only four occurred in both areas. *Centris tarsata*, *Tetrapedia diversipes* and *Xylocopa frontalis* were the most abundant species in Baixa Grande, whereas *C. tarsata*, *Euglossa cordata* and *Megachile lissotata* were the most abundant species in Ipirá. *Dicranthidium* species (*D. luciae* and *D. arenarium*) were recorded for the first time nesting in trap-nests. The highest nesting frequencies occurred in the wet season in both areas. Natural enemies reared from nests included *Mesocheira bicolor* (Apidae), *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp₁ and sp₂ (Megachilidae), which attacked nests of *C. tarsata*, *Coelioxoides waltheriae* (Apidae), which attacked nests of *T. diversipes*, and *Coelioxys* sp., which parasitized nests of *E. tigrinum*. Nests parasitism was important only for *C. tarsata*, and was higher at the caatinga site than in the forest. The mortality of pre-emergent adults was high, especially in *C. tarsata*, *T. diversipes* and *E. cordata*. Information on the number of cells per nest, the size, shape, and arrangement of brood cells in the nests, as well as the number of adults produced and the number of generations per year are also presented. Species richness, temporal patterns of nesting, and percentage of parasitism were compared with other habitats.

KEY WORDS: Apoidea, diversity, trap-nests, monitoring, dry forests.

RESUMO

Este estudo investigou a riqueza de espécies e a abundância sazonal de abelhas que nidificam em cavidades em áreas de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande; 12° 00' S; 40° 17' W) e Caatinga (Ipirá; 12° 13' S; 39° 49' W) na Bahia. A amostragem foi realizada com dois tipos de ninhos-armadilha (=N.A.): gomos de bambu e tubos de cartolina preta [58 x 6 mm (=pequenos) ou 105 x 8 mm (=grandes)]. Os tubos foram inseridos em cavidades horizontais perfuradas em placas de madeira. Os N.A. foram colocados em 2 pontos em Baixa Grande e 2 em Ipirá. Eles foram inspecionados uma vez por mês, de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 em Baixa Grande, e de setembro a fevereiro de 2001 em Ipirá. Foram coletados 146 ninhos de 11 espécies de abelhas em Baixa Grande e 121 ninhos de 7 espécies em Ipirá. Além disso, 5 espécies de abelhas cleptoparasitas foram criadas a partir destes ninhos. Apenas quatro espécies ocorreram em ambas as áreas. *Centris tarsata*, *Tetrapedia diversipes* e *Xylocopa frontalis* foram as espécies mais abundantes em Baixa Grande, enquanto *C. tarsata*, *Euglossa cordata* e *Megachile lissotata* foram as mais abundantes em Ipirá. Espécies de *Dicranthidium* (*D. luciae* e *D. arenarium*) foram registradas pela primeira vez nidificando em N.A. As frequências de nidificação mais altas ocorreram na estação úmida em ambas as áreas. Os inimigos naturais criados a partir dos ninhos incluíram *Mesocheira bicolor* (Apidae), *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) sp₁ and sp₂ (Megachilidae), que atacaram ninhos de *C. tarsata*, *Coelioxoides waltheriae* (Apidae), que atacou ninhos de *T. diversipes*, e *Coelioxys* sp., que parasitou ninhos de *E. tigrinum*. Parasitismo de ninhos foi importante apenas para *C. tarsata*, e foi mais alto na caatinga do que na área de floresta. A mortalidade de adultos pré-emergentes foi alta, especialmente em *C. tarsata*, *T. diversipes* e *E. cordata*. Informações sobre o número de células por ninho, tamanho, forma e arranjo das células nos ninhos, assim como o número de adultos produzidos e o número de gerações por ano foram também apresentadas. A riqueza de espécies, os padrões temporais de nidificação e o percentual de parasitismo foram comparados com outros habitats.

PALAVRAS-CHAVE: Apoidea, diversidade, ninhos-armadilha, monitoramento, florestas secas.

INTRODUÇÃO

As abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes têm recebido bastante atenção nas últimas décadas, e uma extensa literatura tem sido produzida, enfocando os aspectos usuais da biologia de nidificação, especialmente de espécies que têm importância como polinizadores de plantas cultivadas, como várias espécies de *Megachile* e *Osmia* (Megachilidae) (Frohlich, 1983; Parker, 1984; 1986; Torchio, 1984; 1989; Rust, 1993).

Na região Neotropical, estudos sobre biologia, comportamento e ecologia de abelhas que nidificam em ninhos-armadilha têm sido realizados na Jamaica (Jayasingh & Freeman, 1980), na Costa Rica (Frankie *et al.*, 1988; 1993; 1998) e no Brasil. Investigações sobre as preferências de várias espécies quanto ao tipo de habitat, condições de insolação e diâmetro do ninho-armadilha, foram conduzidas por Frankie *et al.* (1988) na Costa Rica. Ninhos-armadilha têm também sido empregados para monitorar espécies ao longo do tempo e detectar mudanças na abundância e constância de habitat (Frankie *et al.*, 1993; 1998).

No Brasil, os estudos de bionomia de himenópteros que nidificam em ninhos-armadilha foram iniciados no final da década de 70 (Serrano & Garófalo, 1978). Seguiram-se estudos sobre *Megachile* (Blochtein, 1989) e espécies de Euglossini (Garófalo *et al.*, 1993). Investigações sobre a diversidade e abundância sazonal de ninhos de abelhas solitárias foram realizadas em áreas de Mata Atlântica (Pérez-Maluf, 1993; Aguiar, 2001), matas semi-decíduas e cerrados (Camillo *et al.*, 1995; Garófalo, 2000), em dunas litorâneas (Viana, 2001) e na Floresta Amazônica (Morato *et al.*, 1999; Morato & Campos, 2000).

Este trabalho foi realizado com os seguintes objetivos:

- 1) Promover um levantamento das espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes em áreas de caatinga e floresta estacional e comparar a riqueza de espécies destas áreas com outros habitats.
- 2) Caracterizar os padrões temporais de nidificação das espécies nas duas áreas.
- 3) Descrever as flutuações (mensais e inter-anuais) na abundância de ninhos das espécies.
- 4) Obter informações sobre a arquitetura dos ninhos, número de gerações anuais, razão sexual, preferências por dimensões dos ninhos-armadilha, mortalidade e outras.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de Estudo

Os ninhos-armadilha foram instalados em uma área de caatinga no município de Ipirá (12° 13' 09" S, 39° 49' 53" W) (fig. 1.1) e em uma área de floresta estacional semi-decídua no município vizinho, Baixa Grande (12° 00' 29" S, 40° 17' 21" W) (fig. 1.2), a 252 km de Salvador. As duas áreas de estudo distam cerca de 80 km entre si. Em Ipirá, o clima é semi-árido tropical, com temperatura média anual de 23,7° C, máxima de 28,9° C e mínima de 19,9° C. A pluviosidade anual média é de 754 mm (máxima: 1560 mm e mínima: 157mm) (Bahia, 1994). Durante o período de estudo, a estação seca começou em fevereiro/março e estendeu-se até setembro/outubro, enquanto a estação chuvosa iniciou-se em outubro/novembro estendendo-se até janeiro/fevereiro, sendo intercalada por períodos de estiagem curtos (fig. 1.3). A vegetação no local de amostragem (Faz. Sempre Verde) é uma Caatinga arbórea aberta, de porte médio, com predominância de *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae) Mart ex Tul. e *Cereus jamacaru* (Cactaceae), cercada por pastagens.

O município de Baixa Grande apresenta climas seco a subúmido e semi-árido e tipos vegetacionais como floresta estacional decidual, floresta estacional semi-decidual e contato caatinga-floresta estacional. A temperatura média anual é de 23,6° C, a máxima 29° C e a mínima 19,7° C. A pluviosidade anual média é 820 mm, a máxima 1204 mm e a mínima 368 mm (Bahia, 1994). Durante este estudo, o período seco mais longo ocorreu de abril/maio até setembro/outubro, quando se iniciou o período mais chuvoso do ano, o qual estendeu-se até março/abril, ininterruptamente ou intercalado por meses mais secos no primeiro trimestre do ano (fig. 1.4).

A área onde os ninhos-armadilha foram instalados compreende um pequeno fragmento de floresta estacional semi-decídua da Fazenda Olhos d' Água, circundado por plantações de feijão. Nesta mata as árvores possuem de 10 a 20m de altura, o sub-bosque é denso e há várias trilhas e clareiras produzidas artificialmente.

A



B

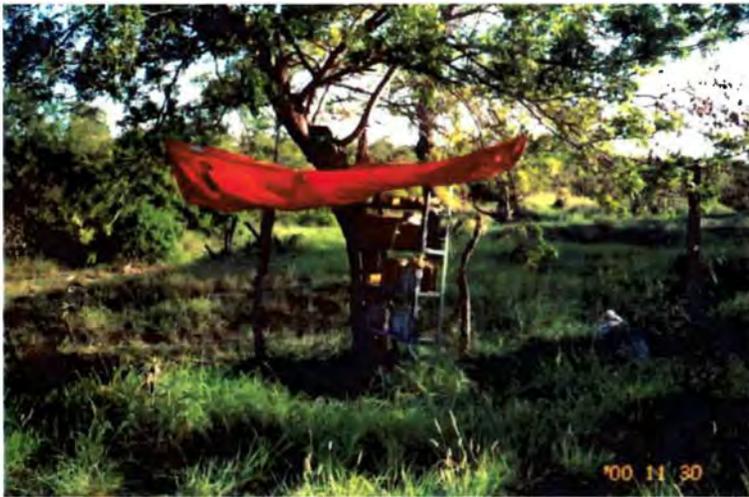


Fig. 1.1. Pontos de amostragem em Ipirá (BA). **A.** Vegetação de caatinga (Ponto IV). **B.** Pastagem (Ponto III).



Fig. 1.2. Ponto de amostragem (I), em Baixa Grande (BA): vegetação de Floresta estacional semi-decídua.

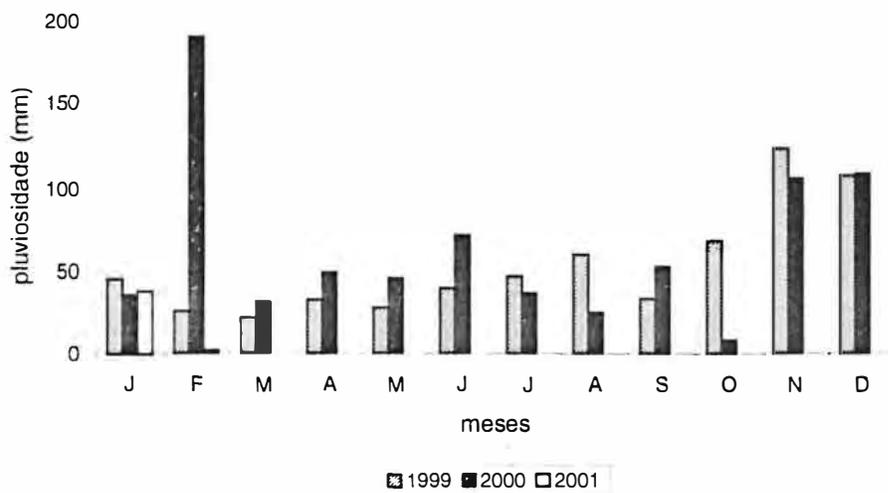


Fig. 1.3. Pluviosidade mensal (em mm) em Ipirá (BA), de janeiro de 1999 a fevereiro de 2001.

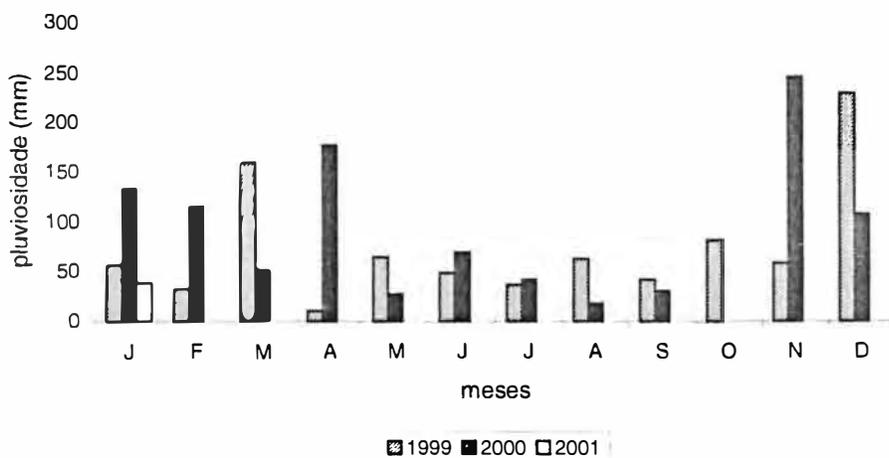


Fig. 1.4. Pluviosidade mensal (em mm) em Baixa Grande (BA), de janeiro de 1999 a fevereiro de 2001.

Amostragem

Foram utilizados como ninhos-armadilha (= N.A.) cilindros confeccionados com cartolina preta, tendo uma das extremidades aberta e a outra fechada com o mesmo material (fig. 1.5), e gomos de bambu, de comprimentos e diâmetros variados, fechados em uma das extremidades pelo nó (fig. 1.6). Os tubos de cartolina, com dimensões (comprimento x diâmetro) de 10,5 x 0,8 cm e 5,8 x 0,6 cm, foram alojados em orifícios feitos em placas de madeira, sendo que cada uma delas continha 54 orifícios. Estes tipos de N.A. têm sido usados com sucesso em outras localidades do Brasil (Camillo *et al.*, 1995; Jesus, 1995; Pereira, 1997; Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000).

Em novembro de 1998, foram instalados em Baixa Grande, 540 N.A. de cartolina (270 de cada tamanho) e 100 gomos de bambu, dispostos em uma estante de aço situada sob árvores e coberta com lona plástica para proteger os N.A. do sol e da chuva (Ponto I, figs.1.2 e 1.7). Três placas (duas com N.A. de 5,8 cm de comprimento e uma com N.A. de 10,5 cm de comprimento) e mais 50 bambus foram colocados em um alpendre na sede da fazenda (Ponto II), a 600 m de distância do ponto da mata. Em Ipirá, em agosto de 1999, foram instaladas duas bases de suporte para N.A., com a mesma estrutura descrita acima para o ponto I de Baixa Grande, distantes cerca de 700 m uma da outra, uma em área onde a caatinga foi substituída por pastagem (Ponto III, fig 1.1 B) e outra no meio da vegetação de caatinga (Ponto IV, fig 1.1 A). O período de amostragem foi de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 em Baixa Grande e de setembro de 1999 a fevereiro de 2001 em Ipirá.

Os N.A. foram inspecionados com auxílio de um otoscópio (fig. 1.8), em intervalos de aproximadamente 30 dias. Os ninhos utilizados pelas abelhas foram recolhidos e substituídos por N.A. novos e foram levados para o Laboratório de Entomologia do Departamento de Ciências Biológicas no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana. Os ninhos que ainda não tinham sido concluídos eram marcados e removidos na coleta seguinte. No laboratório os ninhos foram colocados dentro de tubos de ensaio etiquetados e mantidos em temperatura ambiente, para aguardar a emergência dos indivíduos. Ao emergir, os indivíduos foram sacrificados e montados a seco. Os ninhos foram guardados para posterior análise da arquitetura e mensuração de suas estruturas.



Fig. 1.5. Ninhos-armadilha confeccionados com cartolina preta, com dimensões de 5,8 x 0,6 cm (A) e 10,5 x 0,8 cm (B).

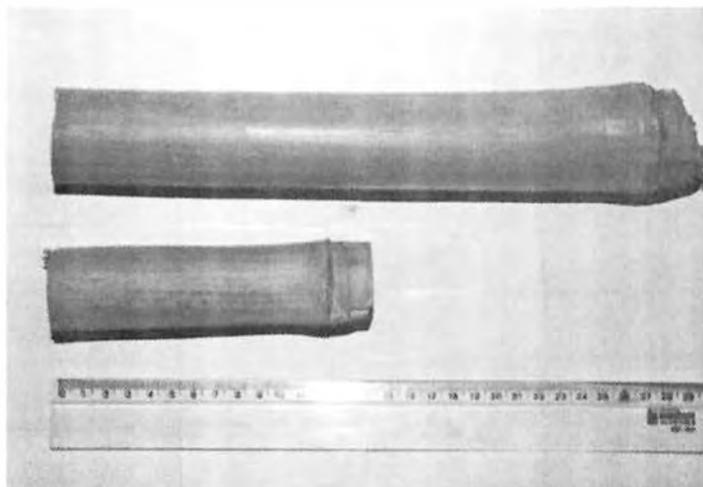


Fig. 1.6. Gomos de bambu utilizados como ninhos-armadilha.

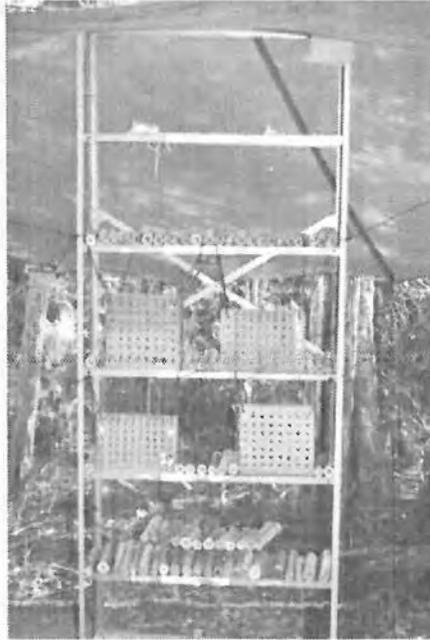


Fig. 1.7. Ninhos-armadilha dispostos em prateleiras de estante de aço, sob uma cobertura de lona plástica.

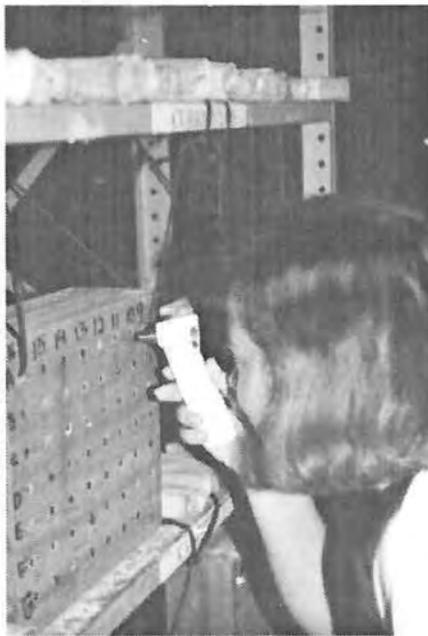


Fig. 1.8. Inspeção dos ninhos-armadilha com auxílio de otoscópio, para verificar a ocorrência de nidificação.

RESULTADOS

Na floresta estacional semi-decídua de Baixa Grande, 11 espécies de abelhas utilizaram os N.A., construindo um total de 146 ninhos, no período de novembro/1998 a fevereiro/2001. Na Caatinga de Ipirá, foram obtidos 121 ninhos, construídos por 7 espécies, de setembro/1999 a fevereiro/2001 (Tabela 1.1). Adicionalmente, foram obtidas a partir destes ninhos, três espécies de abelhas cleptoparasitas em Baixa Grande [*Coelioxys (Glyptocoelioxys) sp.*, *Coelioxoides waltheriae* Ducke e *Mesocheira bicolor* Fabricius] e três em Ipirá [*M. bicolor*, *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp. 1* e *sp. 2*].

Centris tarsata Smith, *Xylocopa frontalis* Olivier, *Euglossa cordata* L. e *Epanthidium tigrinum* Schrottky nidificaram em ambas as áreas, sendo que a primeira delas foi a espécie com maior número de ninhos, tanto em B. Grande (37%) quanto em Ipirá (55%) (Tabela 1.1). De maneira geral, as maiores freqüências de nidificação ocorreram de novembro a março (Tabelas 1.2 e 1.3).

Em relação aos números de nidificações feitas nos dois pontos de amostragem em B. Grande, observou-se não ocorrer diferença significativa entre eles ($X^2 = 0,18$; $p > 0,05$) quando analisados pelas porcentagens de N.A. ocupados em cada local. Em Ipirá também não houve diferença significativa entre os números de ninhos fundados no ponto de amostragem do pasto (III) e no da caatinga arbustiva (IV) ($X^2 = 2,12$; $p > 0,05$).

Os números de ninhos obtidos na caatinga de Ipirá ($n = 121$) e na floresta estacional de B. Grande ($n = 123$), no período em que ambas as áreas foram amostradas simultaneamente (de setembro de 1999 a fevereiro de 2001) também não diferiram significativamente ($X^2 = 0,67$; $p > 0,05$), quando analisados pelas porcentagens de ocupações dos N.A. disponíveis.

Em Baixa Grande, os tubos de cartolina maiores foram mais utilizados do que os outros tipos de N.A. (47% do total de ninhos obtidos nesta área), embora não tenham sido usados por várias espécies, principalmente aquelas de tamanho muito pequeno (*Dicranthidium sp.*) ou muito grande (*Xylocopa sp.*), enquanto os gomos de bambu abrigaram 33% dos ninhos. Em Ipirá, os gomos de bambu foram os N.A. mais freqüentemente utilizado pelas abelhas (57%), enquanto 43% dos ninhos foram encontrados nos tubos grandes de cartolina. Os gomos de bambu utilizados pelas abelhas variaram de 51 a 290 mm de comprimento e de 5 a 23 mm de diâmetro, sendo que os de 9 a 12 mm de diâmetro foram utilizados com maior

freqüência (fig. 1.9). A proporção de gomos de bambu de cada classe de diâmetro utilizada variou entre as espécies (fig. 1.10). Os tubos pequenos de cartolina foram utilizados apenas em Baixa Grande, com freqüência menor do que os outros tipos de N.A. (20%).

Tabela 1.1. Número de ninhos de espécies de abelhas construídos de novembro de 1998 a fevereiro de 2001, em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA) e de setembro de 1999 a fevereiro de 2001 na Caatinga (Ipirá-BA).

Espécie	Baixa Grande			Ipirá		
	Ponto I	Ponto II	Total	Ponto III	Ponto IV	Total
Apidae						
<i>Centris tarsata</i>	35	18	53	27	39	66
<i>Centris analis</i>	03	06	09	-	-	-
<i>Centris</i> sp.	01	-	01	-	-	-
<i>Euglossa cordata</i>	07	03	10	11	16	27
<i>Tetrapedia diversipes</i>	24	03	27	-	-	-
<i>Xylocopa grisescens</i>	-	01	01	-	-	-
<i>Xylocopa frontalis</i>	24	-	24	01	05	06
Megachilidae						
<i>Anthodioctes</i> sp.	-	-	-	-	01	01
<i>Dicranthidium arenarium</i>	05	09	14	-	-	-
<i>Dicranthidium luciae</i>	01	01	02	-	-	-
<i>Epanthidium aff. tigrinum</i>	02	-	02	01	04	05
<i>Megachile lissotata</i>	-	-	-	07	04	11
<i>Megachile (Dactylomegachile)</i> sp.	-	-	-	05	-	05
<i>Megachile</i> sp.	02	01	03	-	-	-
Total	104	42	146	52	69	121

Tabela 1.2. Freqüência mensal de nidificação por abelhas em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA), de novembro de 1998 a fevereiro de 2001.

Espécies	1998		1999												2000												2001		Total
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	
<i>Centris tarsata</i>	1	5	-	5	5	3	2	-	-	-	1	4	10	5	-	2	2	1	-	-	-	-	3	-	1	1	2	-	53
<i>Centris analis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	4	3	-	-	-	-	-	-	9
<i>Centris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dicranthidium arenarium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	14
<i>Dicranthidium luciae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Epanthidium aff. tigrinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2
<i>Euglossa cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	-	2	-	1	-	-	1	-	1	-	10	
<i>Megachile</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
<i>Tetrapedia diversipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4	10	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	27
<i>Xylocopa grisescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
<i>Xylocopa frontalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	2	2	-	3	-	1	1	6	1	-	-	24	
Total	1	5	-	5	6	3	2	-	-	1	1	4	15	9	9	20	17	7	2	3	7	6	4	1	10	3	5	-	146

Tabela 1.3. Frequência mensal de nidificação por abelhas em área de Caatinga (Ipirá-BA), de setembro de 1999 a fevereiro de 2001.

Espécies	1999				2000												2001		Total
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	
<i>Anthodiocetes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Centris tarsata</i>	-	-	10	11	5	10	4	-	-	-	-	-	2	1	5	10	4	4	66
<i>Epanthidium tigrinum</i>	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5
<i>Euglossa cordata</i>	3	-	-	-	-	5	7	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4	5	27
<i>Megachile lissotate</i>	-	-	-	4	-	3	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	11
<i>Megachile (Dactylomegachile)</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
<i>Xylocopa frontalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	6
Total	3	-	10	16	5	19	14	5	3	1	2	-	4	1	6	11	9	12	121

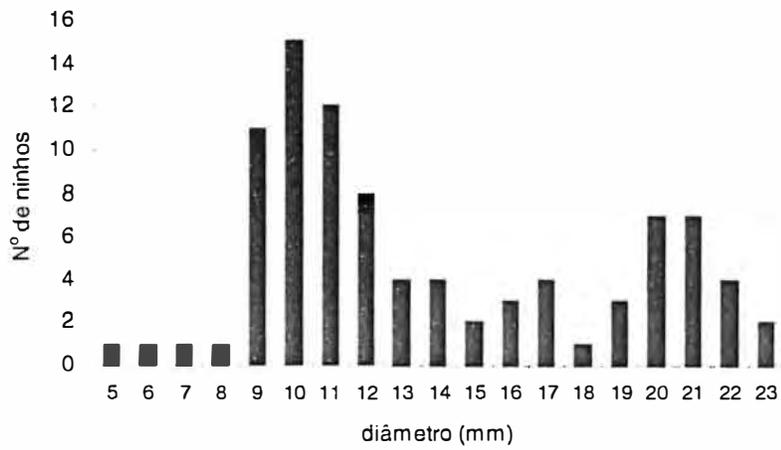
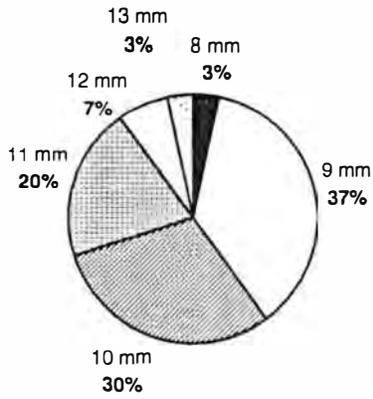
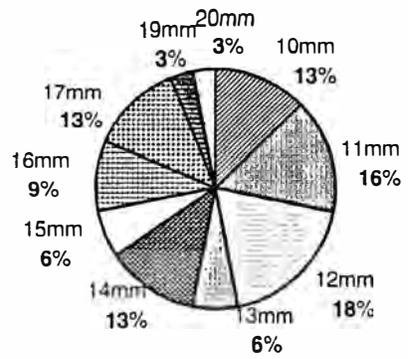


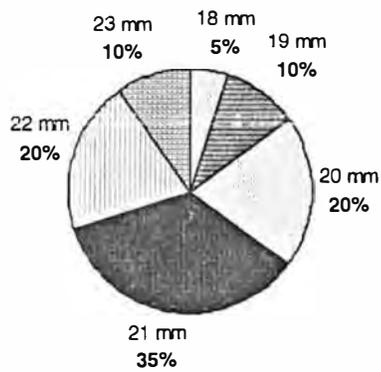
Fig. 1.9. Diâmetros dos gomos de bambu utilizados para nidificação pelas abelhas em Baixa Grande e Ipirá (BA).



Centris tarsata



Euglossa cordata



Xylocopa frontalis

Fig 1.10. Percentual de gomos de bambu de diferentes diâmetros utilizados por *Centris tarsata*, *Euglossa cordata* e *Xylocopa frontalis* para nidificação, em Baixa Grande e Ipirá (BA).

***Centris (Hemisiella) tarsata* (Smith, 1874) (Apidae, Centridini)**

Atividades de nidificação

Centris tarsata foi a espécie mais abundante em ambas as áreas, construindo 53 ninhos em Baixa Grande e 66 na caatinga de Ipirá. Em Baixa Grande, o número de ninhos fundados por *C. tarsata* em 1999 foi significativamente maior do que em 2000 ($X^2=12,80$, $p<0,05$).

A duração do período de nidificação sofreu variações, tanto entre anos, quanto entre áreas. As atividades de nidificação ocorreram a partir de setembro, e se estenderam até março em Ipirá, e até maio em Baixa Grande. Nos meses de inverno (período mais seco do ano) não foi registrada nidificação desta espécie em nenhuma das áreas. Em Baixa Grande, não houve um pico distinto de nidificação no primeiro ano (novembro/98-outubro/99), enquanto no segundo (novembro/99-outubro/2000), houve um pico em novembro (fig. 1.11). Em Ipirá foi observada uma concentração das nidificações nos meses de novembro, dezembro e fevereiro (fig. 1.12).

As atividades de nidificação parecem estar associadas ao período mais chuvoso do ano. Em Baixa Grande, houve uma fraca correlação significativa entre o número de ninhos fundados e a pluviosidade mensal, tanto em 1999 ($r=0,31$; $p<0,01$), quanto em 2000 ($r=0,13$; $p<0,01$). Na caatinga (Ipirá), a correlação com a pluviosidade foi mais acentuada ($r=0,71$; $p<0,01$).

Centris tarsata utilizou os três tipos de N.A., com 72% das nidificações ocorrendo nos tubos de cartolina maiores, 3% nos menores e 25% em bambus. Os tubos de cartolina maiores (10, 5 x 0,8 cm) foram os mais utilizados tanto em Baixa Grande quanto em Ipirá (Tabela 1.4). Em Ipirá, os tubos menores (5,8 x 0,6 cm) não foram utilizados por esta espécie e em Baixa Grande houve nidificação em apenas 3 deles, no ponto II. Os gomos de bambu utilizados tinham comprimento de 51 a 265 mm e diâmetro de 8 a 13 mm. A maioria dos ninhos de *C. tarsata* encontrava-se em gomos de bambu com 9 a 11 mm de diâmetro (fig. 1.10).

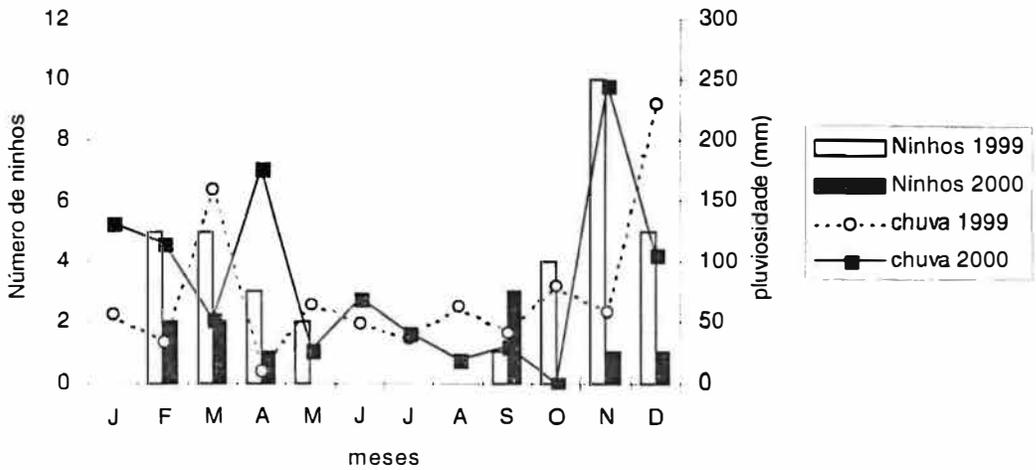


Fig 1.11. Número de ninhos fundados mensalmente por *Centris tarsata* em área de Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande-BA), de janeiro de 1999 a dezembro de 2000.

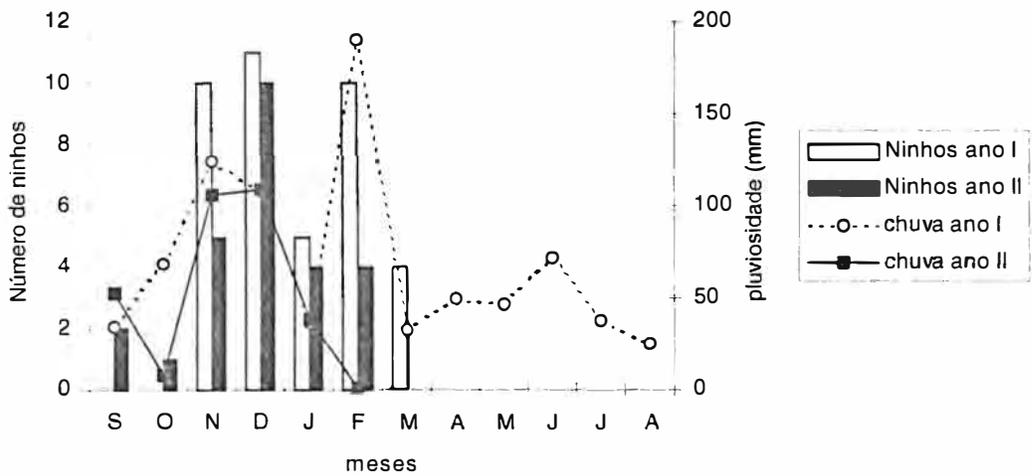


Fig 1.12. Número de ninhos fundados mensalmente por *Centris tarsata* em área de Caatinga (Ipirá-BA), de setembro/1999 a agosto/2000 (ano I) e de setembro/2000 a fevereiro/2001 (ano II).

Tabela 1.4. Número de nidificações de *Centris tarsata* em cada tipo de ninho-armadilha, nos pontos de amostragem de Baixa Grande-BA (BG) e Ipirá-BA (IP).

Tipos de Ninhos-armadilha	Número de nidificações por local			
	BG (I)	BG (II)	IP (III)	IP (IV)
Tubo 10,5 x 0,8 cm	31	9	16	30
Tubo 5,8 x 0,6 cm	-	3	-	-
Gomos de bambu	4	6	11	9
Total	35	18	27	39

Emergências e Número de gerações

As emergências de *C. tarsata* ocorreram principalmente em dezembro-janeiro e abril-maio em Baixa Grande (fig. 1.13) e de dezembro a fevereiro em Ipirá (fig. 1.14). Os imagos emergiram geralmente de 5 a 6 semanas após a coleta do ninho. Entretanto, em dois ninhos de Baixa Grande (AL14 e AE5) fundados no fim de maio (início do período seco), as emergências só ocorreram em outubro, 139 dias após a remoção dos ninhos do campo e quatro ninhos de Ipirá (A29a, A38, A31 e B29), fundados entre novembro/2000 e janeiro/2001 (período chuvoso), continham um total de 15 pré-pupas vivas em junho/2001, quando os ninhos foram abertos. Excetuando-se estes casos, o intervalo máximo entre a coleta do ninho e a emergência dos adultos foi 47 dias. Estes dados sugerem que o período de desenvolvimento é grandemente variável e que alguns indivíduos passam por um período de diapausa no estágio de pré-pupa, emergindo na estação reprodutiva seguinte.

Centris tarsata apresentou várias gerações anuais, caracterizando-se como espécie multivoltina. Em Baixa Grande houve quatro gerações anuais, três com desenvolvimento rápido dos imaturos e uma com desenvolvimento mais longo: a primeira com atividades de outubro/novembro a dezembro/janeiro, a segunda de dezembro a janeiro/fevereiro, a terceira de fevereiro/março a abril/maio e a quarta, de maio a outubro (fig. 1.13); nessa última, os imaturos passam por uma fase de diapausa no estágio de pré-pupa durante o período seco. Em Ipirá, parece haver apenas 3 gerações, estando ausente a geração do fim do outono (fig. 1.14), porém, considerando que em Ipirá houve amostragem nos meses de março a agosto em apenas um ano, os dados não são conclusivos sobre a existência de uma quarta geração de *C. tarsata* naquela localidade.

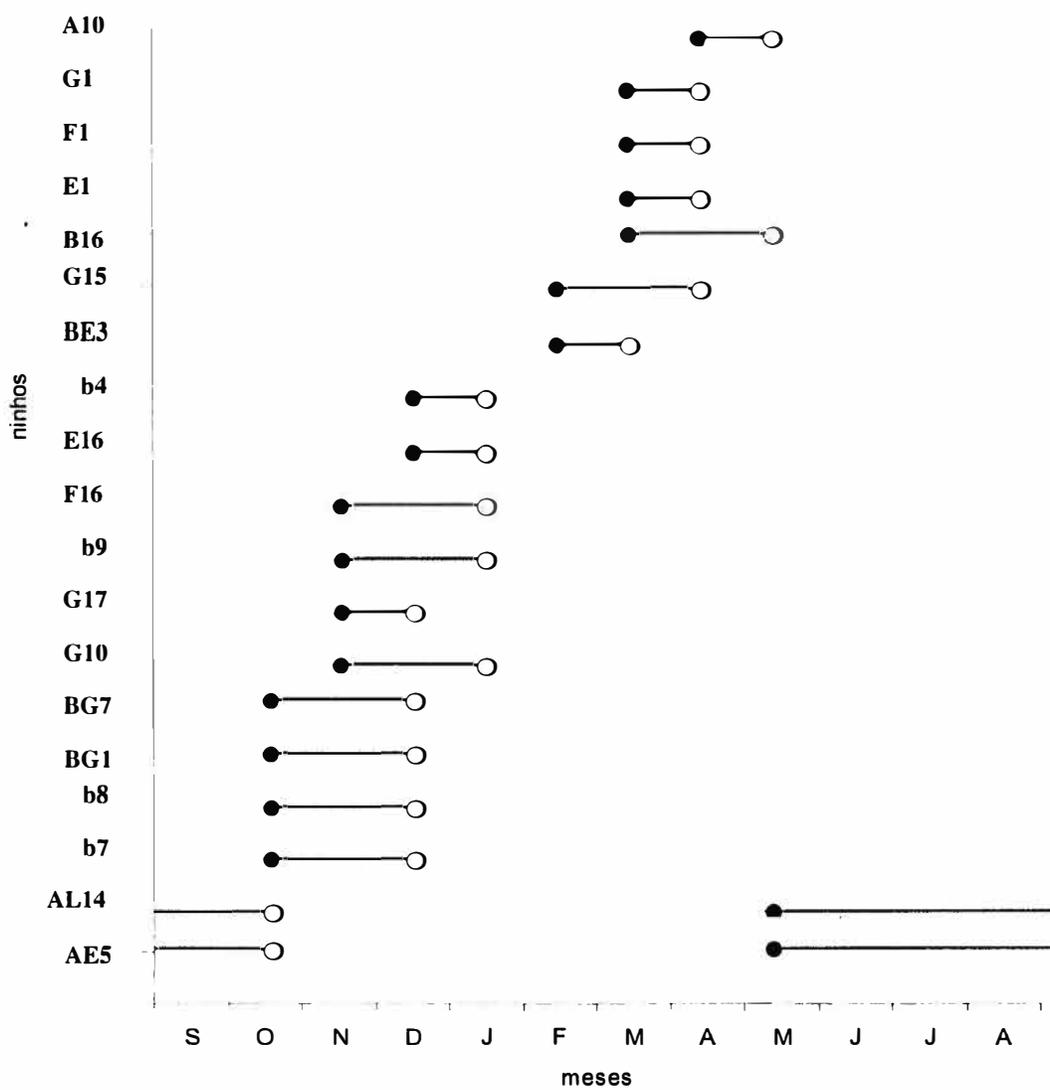


Fig. 1.13. Intervalo (—) entre a coleta do ninho (●) e a emergência dos imagos (○) de *Centris tarsata*, em Baixa Grande (BA).

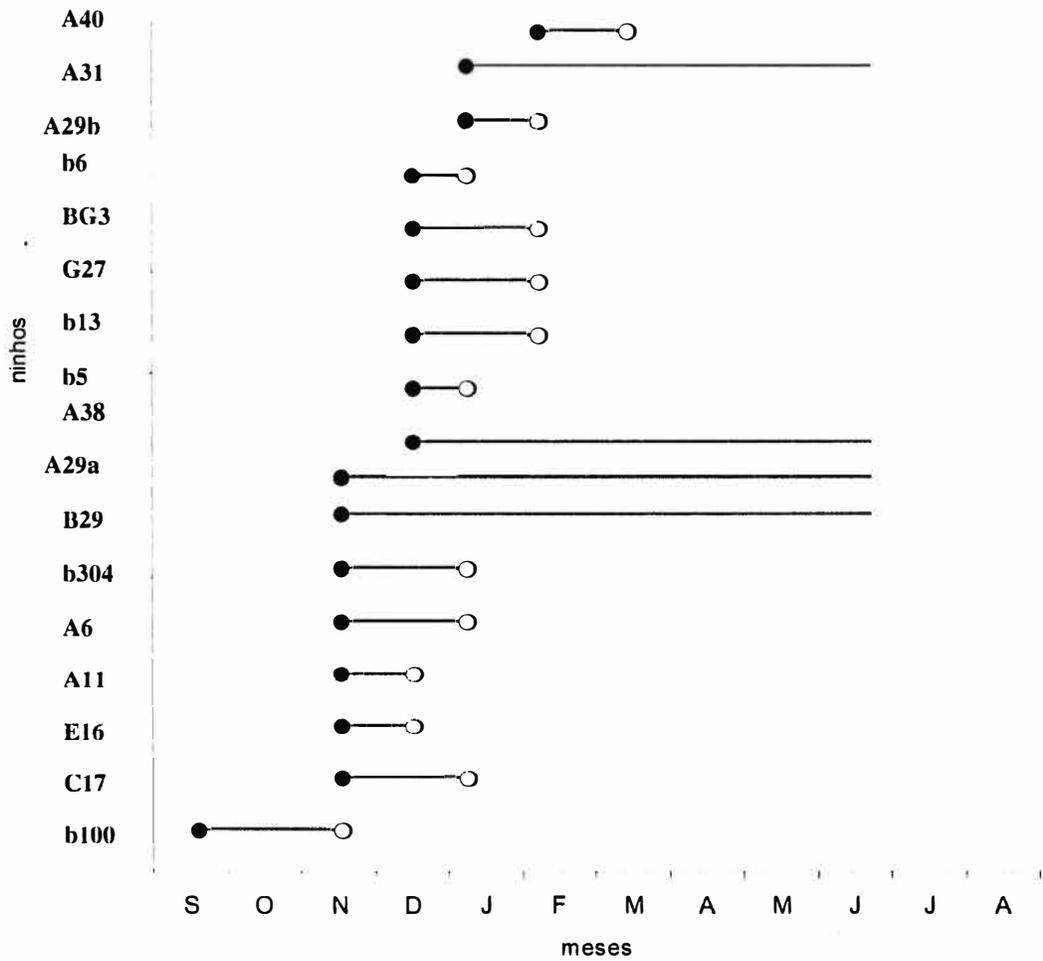


Fig. 1.14. Intervalo (—) entre a coleta do ninho (●) e a emergência dos imagos (○) de *Centris tarsata*, em Ipirá (BA).

Arquitetura dos ninhos

Os ninhos de *C. tarsata* (fig. 1.15) foram construídos com uma mistura de areia e substância oleosa. Geralmente o ninho era iniciado com uma parede de fundo, em forma de um fino disco de areia, adjacente ao fundo da primeira célula. Em 20% dos ninhos analisados (n=30), principalmente naqueles construídos em gomos de bambu, a parede de fundo estava ausente ou era muito fina e indistinta do fundo da primeira célula. Quando presente, a espessura da parede de fundo do ninho variou de 0,7 até 11 mm (n = 24) , mas geralmente media de 0,7 a 2 mm (62% dos casos em que foi observada).

O espaço ocupado pelas células e parede de fechamento do ninho (=comprimento do ninho) variou de 14,5 a 97 mm, sendo que 76% deles mediam de 40 a 97 mm (n=68). Os ninhos construídos em gomos de bambu foram significativamente maiores do que aqueles nos tubos de cartolina (t=4,18; p<0,01). A média de comprimento dos ninhos construídos nos gomos de bambu foi de $55,6 \pm 18,5$ mm (n= 25) e a dos ninhos construídos em tubos de cartolina grandes foi $53,4 \pm 23,2$ mm (n=43).

Em ambos os tipos de N.A., apenas uma porção do comprimento disponível na cavidade foi utilizado. O mais comum era o ninho ser iniciado no fundo da cavidade, ou a uma curta distância deste, geralmente menos de 30 mm. Por outro lado, a entrada do ninho propriamente dita ficava, geralmente, afastada da abertura do N.A. por uma distância que variou de 8 a 111 mm. A distância média da entrada do ninho para a abertura do N.A. foi $52,9 \pm 28,5$ mm (n=18) nos gomos de bambus e de $37,4 \pm 23,2$ mm (n= 42) nos tubos grandes de cartolina. O fechamento do ninho era feito por uma estrutura côncava, similar ao fundo de uma célula apenas parcialmente construída, cujas paredes mediam de 2,9 a 13,3 mm de comprimento (n = 33). Em 70% dos casos, o comprimento daquelas paredes variou de 2,9 a 6,5 mm. A superfície externa da parede de fechamento do ninho era lisa e revestida com uma substância oleosa de cor amarelada, inicialmente líquida e que se solidificava com o passar do tempo.

A forma da célula era alongada, aproximadamente cilíndrica, levemente arredondada na base (fig. 1.16); todavia, algumas variações foram observadas, especialmente nas células dos ninhos construídos em bambus, que tenderam a ser mais ovais (fig. 1.15B). A base da célula era geralmente oblíqua e as paredes laterais tinham alturas ligeiramente diferentes (de 1 a 3 mm de diferença). As células

apresentavam textura granular na superfície externa (grãos de areia finos) e eram lisas internamente, apresentando um revestimento interno brilhante, de coloração marrom. A entrada da célula era fechada por um opérculo (fig. 1.17) em forma de disco, plano em ambas as superfícies, com uma pequena depressão próxima ao centro na superfície interna, onde se encaixava uma projeção apical do casulo. O opérculo não possuía projeções ou processos e apresentou diâmetro médio de $6,48 \pm 0,40$ mm ($n = 19$), espessura média na parte central de $0,62 \pm 0,34$ mm e de $1,39 \pm 0,33$ mm nas bordas. As células não apresentavam colar, uma estrutura formada quando as paredes laterais da célula ultrapassam a linha de encaixe do opérculo na abertura da célula. O comprimento máximo das células variou de 8 a 17 mm ($\bar{X} = 12,33 \pm 2,06$ mm; $n=66$) e a largura máxima externa de 7 a 11,1 mm ($\bar{X} = 8,54 \pm 1,20$ mm). O diâmetro médio da abertura da célula foi $5,26 \pm 0,31$ mm ($n=56$). As paredes laterais da célula não apresentaram espessura uniforme e variaram de 0,6 a 3mm ($\bar{X} = 1,61 \pm 0,48$ mm; $n=59$) no lado mais espesso e de 0,3 a 1mm ($\bar{X} = 0,51 \pm 0,14$ mm; $n=59$) no lado mais fino.

O arranjo das células no interior dos N.A. era linear. Geralmente as células eram orientadas horizontalmente (sua abertura estava dirigida para a entrada do ninho) ao longo da cavidade; todavia, nos gomos de bambu (nos quais o espaço interno era geralmente maior do que nos tubos de cartolina), a orientação das células tendeu a ser mais oblíqua. Em um ninho foram construídas duas fileiras paralelas de células (fig. 1.15D).

O número de células nos ninhos efetivamente completados ($n = 101$) (que apresentavam uma parede de fechamento) variou de 1 a 13, sendo que 91% deles possuíam de 1 a 6 células (Tabela 1.5).

O casulo tecido pela larva aderiu a toda a superfície interna da parede da célula, reforçando-a, especialmente no fundo. O casulo era fino e transparente na porção médio-superior (cerca de 0,3 mm de espessura) e apresentava coloração bege, sendo formado por uma única camada. Na porção inferior era mais espesso (cerca de 1 mm), provavelmente devido à deposição de fezes, apresentava coloração marrom e era formado por pelo menos duas camadas. No ápice do casulo havia uma projeção central muito pequena que se encaixava na depressão da superfície interna do opérculo (fig. 1.18).

Tabela 1.5. Número de células em ninhos de *Centris tarsata* estabelecidos em ninhos-armadilha, em Baixa Grande e Ipirá (BA). **TP** = tubo pequeno; **TG** = tubo grande; **B** = gomo de bambu.

Nº de células por ninho	Número de Ninhos								
	Baixa Grande			Ipirá			Total		
	TP	TG	B	TP	TG	B	TP	TG	B
1	-	5	-	-	5	-	-	10	-
2	2	4	-	-	4	1	2	8	1
3	1	8	3	-	9	2	1	17	5
4	-	3	3	-	5	6	-	8	9
5	-	4	2	-	7	3	-	11	5
6	-	7	-	-	5	3	-	12	3
7	-	2	1	-	2	1	-	4	2
9	-	-	-	-	-	1	-	-	1
13	-	-	1	-	-	1	-	-	2

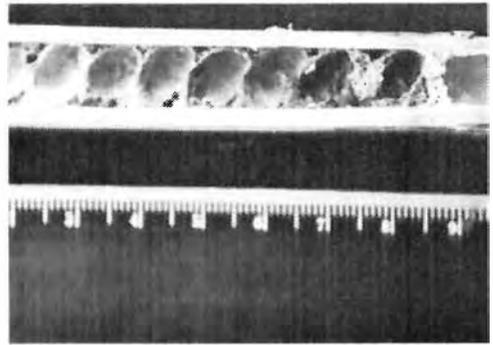
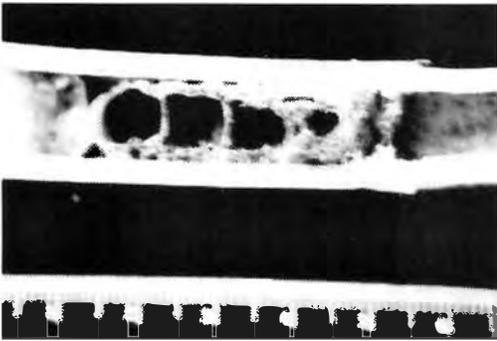
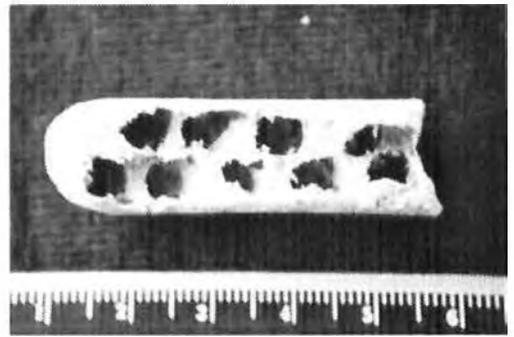
A**B****C****D**

Fig. 1.15. Ninhos de *Centris tarsata* (Apidae, Centridini) construídos em tubo de cartolina (**A**) e gomos de bambu (**B-D**). O ninho **D** tem duas séries de células paralelas.



Fig. 1.16. Célula de *Centris tarsata* proveniente de ninho construído em tubo de cartolina (10,5 x 0,8 cm).

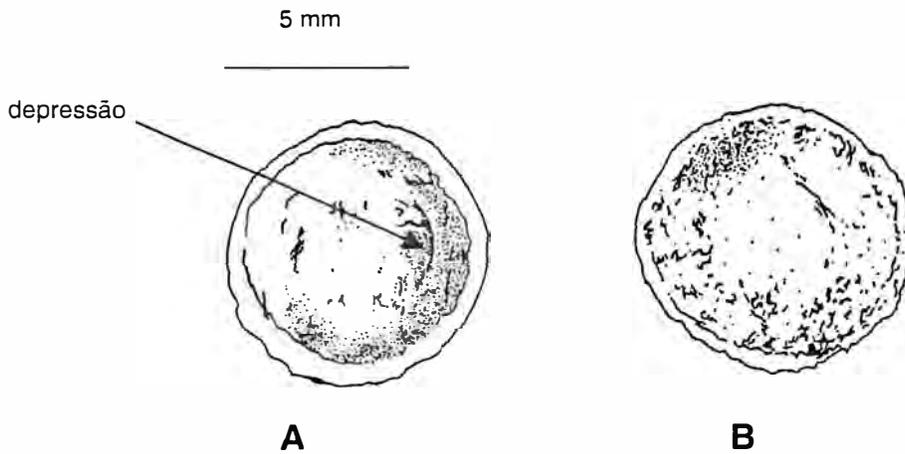


Fig. 1.17. Opérculo da célula de *Centris tarsata*. (A) superfície interna; (B) superfície externa.

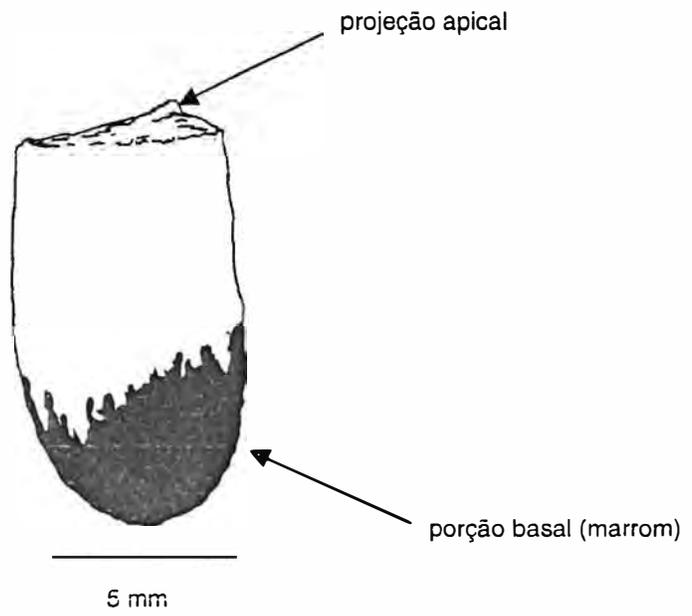


Fig. 1.18. Casulo de *Centris tarsata*.

Razão Sexual

Dos ninhos estabelecidos em Baixa Grande (pontos I e II) emergiram 48 machos e 13 fêmeas. Nas células onde adultos pré-emergentes morreram, foram reconhecidos 25 machos e 3 fêmeas. Considerando adultos mortos nas células e aqueles que emergiram, o número total de machos produzidos em Baixa Grande foi 73 e de fêmeas 16, o que representa uma razão sexual significativamente desviada em favor de machos, de 4,5m: 1 f ($X^2= 35,24$; $p<0,05$). O desvio da razão sexual (rs) em favor de machos foi mais acentuado no ponto I (mata) (rs= 5,8m: 1f) do que no ponto II (rs= 2,8m: 1f).

Dos ninhos de Ipirá, emergiram 25 machos e 22 fêmeas. Além destes, 5 machos e 5 fêmeas foram encontrados mortos nas células, o que totaliza 30 machos e 27 fêmeas produzidas. A razão sexual (1,2m: 1f) não foi significativamente diferente de 1:1 ($X^2 = 0,07$; $p>0,05$).

Mortalidade e parasitismo

Foi analisado o conteúdo de 266 células (133 de cada área) provenientes de 81 ninhos (41 de Baixa Grande e 40 de Ipirá) (Tabela 1.6). Quinze células (11%) distribuídas em 8 ninhos de Baixa Grande, e 22 células (16%), distribuídas em 16 ninhos de Ipirá, foram atacadas pelos cleptoparasitas *Mesocheira bicolor* (Apidae, Ericrocidini) e duas espécies de *Coelioxys* (*Cyrtocoelioxys*) (Megachilidae, Megachilini).

Foi observada uma elevada taxa de mortalidade por causas desconhecidas, tanto em Baixa Grande (55 células, 41%), quanto em Ipirá (56 células, 42%). As causas desconhecidas causaram mortalidade maior do que o ataque de cleptoparasitas em ambas as áreas. A mortalidade de *C. tarsata* foi maior no estágio de adulto pré-emergente em todos os pontos de amostragem (Tabela 1.7).

Tabela 1.6. Número de ninhos e células de *Centris tarsata* atacadas por cleptoparasitas em Baixa Grande (BA) em nidificações realizadas de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 e em Ipirá (BA), de setembro de 1999 a fevereiro de 2001.

Cleptoparasita	Baixa Grande		Ipirá	
	N de células atacadas	N de ninhos parasitados	N de células atacadas	N de ninhos parasitados
<i>Mesocheira bicolor</i>	11	6	8	7
<i>Coelioxys</i> sp.	4	3	14	9
Total	15	8*	22	16

* Um dos ninhos foi parasitado por *Mesocheira bicolor* e por *Coelioxys* sp.

Tabela 1.7. Mortalidade em células de *Centris tarsata*, em nidificações realizadas de novembro de 1998 a fevereiro de 2001 em Baixa Grande (BA) (pontos I e II) e de setembro de 1999 a fevereiro de 2001 em Ipirá (BA) (pontos III e IV).

	Baixa Grande		Ipirá	
	I	II	III	IV
Nº de células com imaturos mortos nos estágios de:				
Ovo	8	1	2	16
Larva	4	3	2	15
Pupa	3	1	0	5
Adulto pré-emergente	28	7	4	12
Nº de células atacadas por parasitas	9	6	7	15
Nº total de células analisadas	92	41	30	103
% de sobrevivência	43%	56%	50%	39%

Centris (Heterocentris) analis (Fabricius, 1804) (Apidae, Centridini)

Esta espécie ocorreu apenas em Baixa Grande. De 9 ninhos obtidos, 5 foram estabelecidos em tubos de cartolina grandes, 3 em tubos pequenos e 1 em bambu.

As células de *C. analis* eram compostas por um material semelhante a serragem muito fina. Em 5 ninhos, construídos tanto em tubos pequenos quanto nos grandes, havia uma célula vestibular após a última célula de cria. Nestes casos, a parede de fechamento do ninho estava situada na abertura do N.A. Nos outros ninhos não havia célula vestibular e a parede de fechamento do ninho, uma estrutura côncava no lado externo e revestida com óleo, situava-se a uma distância de 13 a 19 mm da abertura do N.A.

Os ninhos continham de 3 a 6 células de cria, que ocupavam um espaço de 33 a 75 mm. Todos os ninhos nos tubos pequenos continham 3 células, enquanto aqueles nos tubos grandes continham 4 a 6. O comprimento das células variou de 10,0 a 14,9 mm ($\bar{X}=12,7 \pm 1,8$ mm; n=7) e a largura externa máxima, de 6,8 a 7,6 mm ($\bar{X}=7,3 \pm 0,3$ mm; n=8).

Dos ninhos obtidos, emergiram 12 indivíduos, sendo 5 machos e 7 fêmeas. Houve mortalidade em estágio de ovo (n=1), larva (n=1) e adulto pré-emergente (n=5).

Xylocopa sp. (Apidae, Xylocopini)

Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis (Olivier, 1789) nidificou tanto na caatinga, quanto na floresta estacional semi-decídua, enquanto *X. (Neoxylocopa) grisescens* Lepelletier, 1841 fundou um único ninho em Baixa Grande (Tabela 1.1). Nesta localidade, a ocupação dos N.A. pelas fêmeas de *X. frontalis* foi iniciada em fevereiro de 2000 e as atividades foram registradas até o início de março de 2001. Alguns gomos de bambu que abrigaram ninhos na primeira estação reprodutiva (fevereiro a maio/2000) foram re-utilizados posteriormente.

Durante o estabelecimento do ninho, a fêmea raspava a parede interna dos gomos de bambu (fig. 1.19), produzindo serragem, que era utilizada para a confecção de partições celulares. O provisionamento das células foi registrado nos

meses de março, novembro e dezembro em Baixa Grande, em julho e de janeiro a março em Ipirá. Após a emergência, machos e fêmeas permanecem dentro do ninho materno durante algum tempo antes de se dispersarem. De 2 a 4 indivíduos jovens foram encontrados nos ninhos de Baixa Grande abertos em janeiro/2001 e em um ninho de Ipirá aberto em novembro/2000. Os ninhos abertos no início de março/2001 geralmente abrigavam uma fêmea jovem, que aparentemente não havia iniciado as atividades de nidificação, exceto uma em Ipirá, que estava provisionando a segunda célula.

No único ninho de *X. grisescens* obtido em Baixa Grande, a fêmea provisionou as células em novembro e a emergência dos adultos ocorreu em janeiro (um macho e uma fêmea foram obtidos no final de janeiro/2001 quando o ninho foi aberto).

As células de *X. frontalis* (fig. 1.20) consistem de espaços delimitados por partições celulares grossas (7 mm de espessura), confeccionadas com serragem. As partições possuem a superfície externa lisa e plana, enquanto a interna apresenta uma textura rugosa e uma estrutura em espiral, ligeiramente côncava no centro. A fêmea não constrói paredes laterais e aparentemente não adiciona qualquer revestimento à parede interna da cavidade. Os ninhos continham de 2 a 8 células, sendo mais comum de 4 a 6 células.

Não houve um padrão típico de escavação dos gomos de bambu. Alguns foram escavados ao longo de toda a sua extensão, enquanto em outros as marcas de escavação estavam restritas a pequenas áreas, de modo que a maior parte da parede da cavidade era lisa.

As fêmeas de *Xylocopa* sp. selecionaram gomos de bambu com diâmetro superior a 18 mm para nidificar, sendo que a maioria dos gomos de bambus utilizados tinha diâmetro de 20 a 22 mm (fig. 1.10).

Escavação



Fig. 1.19. Gomo de bambu escavado por *Xylocopa frontalis* (Apidae, Xylocopini).

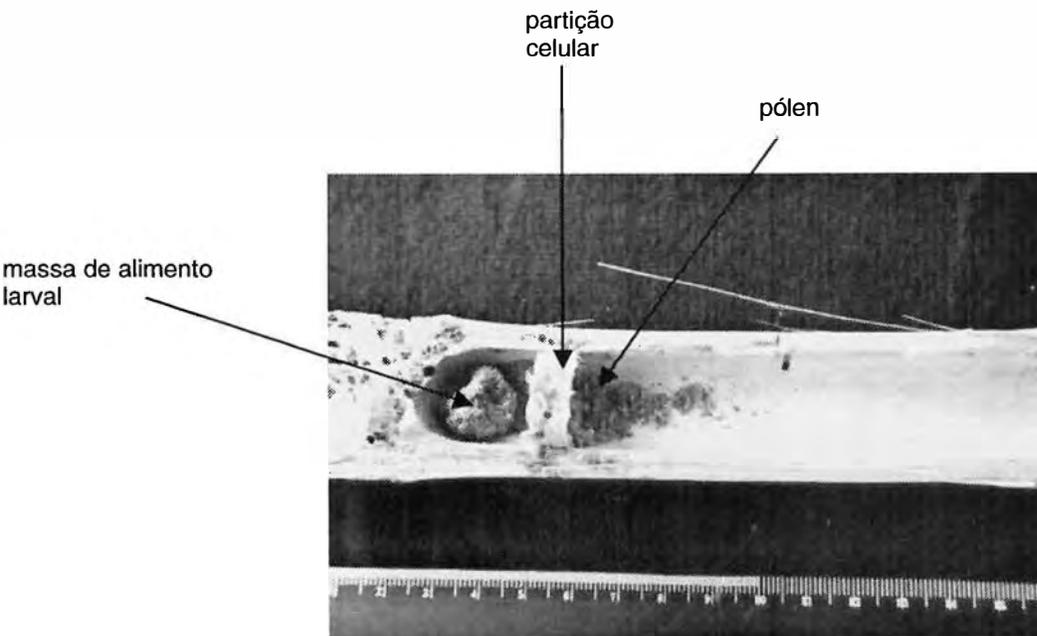


Fig. 1.20. Ninho de *Xylocopa frontalis* com uma célula fechada por partição de serragem e outra em início de provisionamento.

Tetrapedia diversipes Klug, 1810 (Apidae, Tetrapediini)

Esta espécie ocorreu apenas na Floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande). As atividades de nidificação foram registradas principalmente no ponto da mata (I), no período de novembro a abril (Tabela 1.2), com pico em fevereiro/2000.

Tetrapedia diversipes nidificou apenas nos tubos de cartolina, estabelecendo um número maior de ninhos ($n=19$) nos tubos grandes do que nos pequenos ($n=8$). Os ninhos (fig. 1.21) foram construídos com uma mistura de areia e óleo e apresentavam de 2 a 9 células.

As emergências ocorreram principalmente em março e abril. O período de desenvolvimento foi de cerca de 8 semanas, sendo que o maior intervalo entre a coleta do ninho e a emergência dos adultos foi 59 dias. Todavia, dois ninhos coletados em março de 2000 foram abertos em novembro do mesmo ano, revelando indivíduos em estágios de larva e pupa, enquanto nos demais ninhos obtidos em março e abril, a emergência dos adultos ocorreu entre fins de abril e junho.

De 92 células provenientes de 21 ninhos emergiram 43 adultos de *T. diversipes* e um macho da espécie cleptoparasita *Coelioxoides waltheriae* Ducke, 1908 (Apidae, Tetrapediini). Nas células restantes, ocorreu mortalidade por causas desconhecidas em 48 delas (52%) provenientes de 14 ninhos, nos estágios de adulto pré-emergente ($n=30$), pupa ($n=9$), larva ($n=3$) e ovo ($n=6$). Considerando todos os adultos (vivos e mortos), foram reconhecidos 34 machos e 31 fêmeas, uma razão sexual de 1,1m: 1f, a qual não diferiu significativamente de 1:1 ($\chi^2= 0,06$; $p > 0,05$).

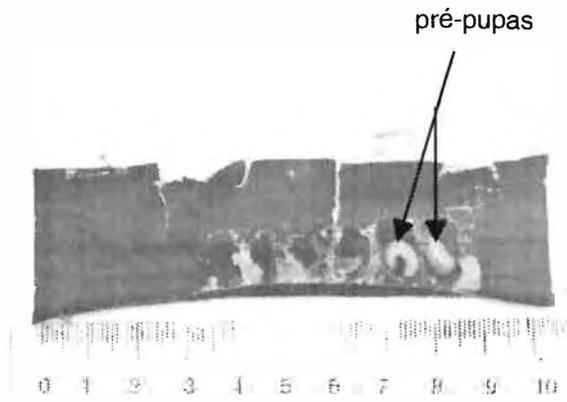


Fig. 1.21. Ninho de *Tetrapedia diversipes* (Apidae, Tetrapediini) com pré-pupas nas células.

Euglossa (Euglossa) cordata (Linnaeus, 1758) (Apidae, Euglossini)

Foram obtidos 10 ninhos de *E. cordata* em Baixa Grande e 27 em Ipirá. A maior freqüência de fundações na caatinga ocorreu em fevereiro-março no ano de 2000, e em janeiro-fevereiro em 2001 (Tabela 1.3). Essa espécie nidificou apenas em gomos de bambu, com comprimentos de 12,0 a 26,5 cm e diâmetros de 10 a 20 mm, sendo que os ninhos foram construídos principalmente nos gomos com diâmetros de 10 a 12 mm (fig. 1.10).

As fêmeas construíram uma parede de resina em forma de disco, que delimitava o espaço ocupado pelo ninho dentro da cavidade. Esta parede de fechamento situava-se a uma distância de 2,0 a 9,3 cm da abertura do bambu, mas em geral a distância era menor que 5 cm. O acesso da fêmea à área das células era feito através de um orifício circular, situado no centro do disco de resina, o qual era fechado pela fêmea em alguns períodos do dia, quando ela estava no ninho. As paredes da cavidade não apresentavam revestimento. Em alguns ninhos, as fêmeas depositaram pequenas porções de resina em alguns pontos da cavidade, principalmente próximo à entrada do ninho. Alguns adultos que morreram dentro dos ninhos tinham as asas ou pernas aderidas à resina.

Os ninhos tinham de 1 a 19 células, mas a maioria deles tinha menos de 7 células e apenas três tinham mais que 9 células (Tabela 1.8). Parte dos ninhos foi removido antes da conclusão ou foram abandonados inacabados, sendo compostos por poucas células. As células eram constituídas de resina, geralmente de coloração escura, mas em alguns casos marrom clara, e arranjadas em série linear (fig. 1.22). Geralmente as paredes laterais eram justapostas, mas em alguns ninhos, principalmente naqueles com poucas células, estas estavam separadas umas das outras. Nos ninhos com maior número de células (15 e 19), elas estavam dispostas em duas fileiras justapostas, unidas pelas paredes laterais. As células (n= 16) mediam de 11,2 a 15,0 mm de altura ($\bar{X}= 12,62 \pm 0,82$ mm) e de 7,2 a 10,0 mm de largura máxima externa ($\bar{X}=7,92 \pm 0,63$ mm).

Tabela 1.8. Número de células em ninhos de *Euglossa cordata* estabelecidos em ninhos-armadilha, em Baixa Grande (BA) e Ipirá (BA).

Nº de células	Nº de ninhos
1	8
2	8
3	4
4	3
5	4
6	3
7	1
9	1
12	1
15	1
19	1

As emergências dos imagos ocorreram cerca de 7 a 8 semanas após a coleta dos ninhos, sendo de 59 dias o intervalo máximo entre a remoção do ninho do campo e a emergência.

A partir dos ninhos de Baixa Grande emergiram 22 indivíduos e houve mortalidade de adultos pré-emergentes em 6 células (2 ninhos). Considerando os adultos mortos e vivos, foram produzidos 13 machos e 15 fêmeas, o que mostra a ocorrência de uma razão sexual de 0,9m: 1f, que não difere significativamente de 1:1 ($X^2 = 0,04$; $p > 0,05$). Dos ninhos de Ipirá emergiram 22 indivíduos (14 machos e 8 fêmeas) e em 22 células houve mortalidade de adultos pré-emergentes. Foram produzidos 21 machos e 23 fêmeas, resultando em uma razão sexual igual à observada em Baixa Grande (0,9m:1f) ($X^2 = 0,02$; $p > 0,05$).

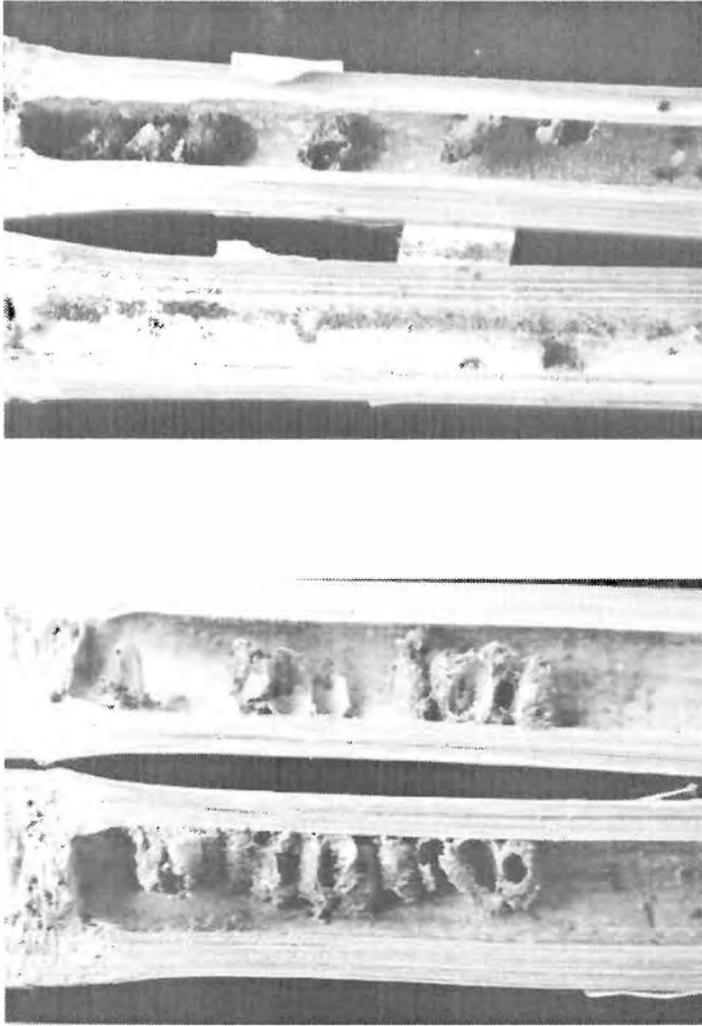


Fig. 1.22. Ninhos de *Euglossa cordata* (Apidae, Euglossini) em gomos de bambu.

***Dicranthidium* sp. (Megachilidae, Anthidiini)**

Duas espécies de *Dicranthidium* nidificaram em Baixa Grande e não foram registradas nos N.A. da Caatinga (Ipirá). Dois ninhos de *D. luciae* Urban, 1992 foram obtidos em tubos pequenos, a partir dos quais emergiram 9 indivíduos (6 machos e 3 fêmeas). *Dicranthidium arenarium* (Ducke, 1907) estabeleceu 14 ninhos, sendo 13 nos tubos de cartolina menores e um em gomo de bambu, com diâmetro de 5mm.

O período de nidificação de *D. arenarium* foi de dezembro a março (Tabela 1.2). Emergiram 25 indivíduos (15 machos e 10 fêmeas). Houve mortalidade por causas desconhecidas em 21 células (6 ninhos) desta espécie, nos estágios de adulto pré-emergente (n=8), larva (n=9) e ovo (n=4). Considerando os adultos vivos e os mortos, foram produzidos 20 machos e 13 fêmeas, resultando em uma razão sexual de 1,5m : 1f, que não diferiu significativamente de 1:1 ($X^2= 1,09$; $p > 0,05$). Não foi registrado parasitismo nos ninhos.

As células de ambas as espécies foram construídas com material resinoso de cor bege e bastante endurecido, que formava uma estrutura cilíndrica contínua (fig. 1.23). Na maioria dos ninhos havia uma única fileira de células (arranjo linear), porém em alguns ninhos havia duas fileiras de células aproximadamente paralelas. As emergências dos imagos ocorreram de 28 a 32 dias após a coleta do ninho, em ambas as espécies.

***Epanthidium aff. tigrinum* (Schrottky, 1905) (Megachilidae, Anthidiini)**

Cinco ninhos desta espécie foram encontrados em Ipirá e dois em Baixa Grande. Quatro deles foram construídos em gomos de bambu e três em tubos grandes de cartolina. As células estavam dispostas em série linear e eram constituídas de um material resinoso maleável, de cor marrom, misturado com detritos e grãos de areia (fig. 1.24). Foram encontradas de 2 a 5 células por ninho. Nos ninhos de Baixa Grande não houve emergências. Neles foram encontrados uma fêmea de *E. tigrinum* e 5 indivíduos de *Coelioxys* sp., sendo 3 adultos e duas pupas. Dos ninhos de Ipirá emergiram 8 machos e 2 fêmeas.

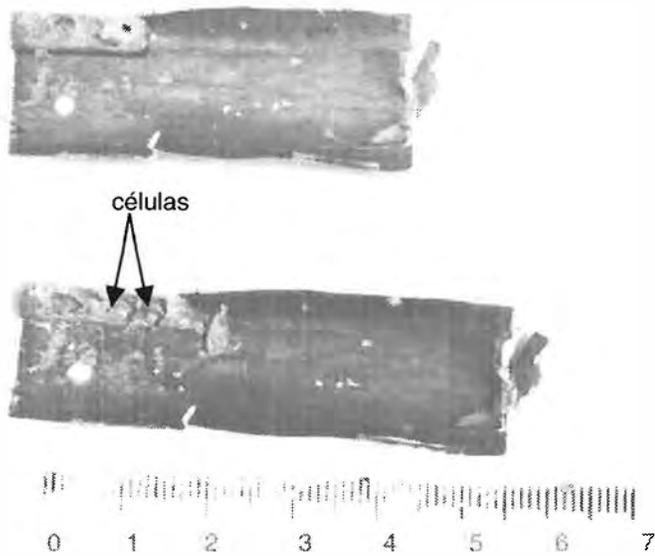


Fig. 1.23. Ninhos de *Dicranthidium arenarium* (Megachilidae, Anthidiini) em tubos de cartolina.

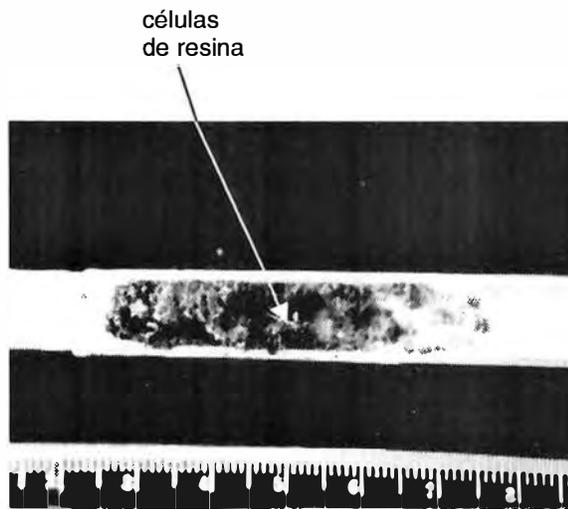


Fig. 1.24. Ninho de *Epanthidium aff. tigrinum* (Megachilidae, Anthidiini) em gomo de bambu.

***Megachile* sp. (Megachilidae, Megachilini)**

Foram obtidos dezesseis ninhos em Ipirá, sendo onze de *Megachile (Pseudocentron) lissotate* Moure, 1943 e cinco de *Megachile (Dactylomegachile) sp.*, estabelecidos principalmente no ponto de amostragem da pastagem (Tabela 1.1).

Nos ninhos de *M. lissotate*, pedaços de folhas verdes dispostas em forma de roseta foram o único material utilizado na construção das paredes laterais, fundo e opérculo da célula (figs. 1.25, 1.26). As folhas mais externas que compunham a parede lateral da célula eram maiores do que o comprimento da célula, estendendo-se até a célula seguinte. O fechamento da célula era formado por uma série de até 6 pedaços circulares de folhas dispostos uns sobre os outros. Após a última célula de cria, a fêmea fechava o ninho empilhando 12 a 14 círculos de folhas na região central e fragmentos de folhas de forma irregular nas margens. Os ninhos continham de 2 a 5 células. As células mediam de 8,0 a 12,5 mm de comprimento ($\bar{X}= 10,4 \pm 1,3$ mm; n= 17) e de 5,7 a 6,8 mm de diâmetro externo ($\bar{X}=6,2 \pm 0,4$ mm; n = 17).

Megachile lissotate nidificou em gomos de bambu com comprimentos variando de 10,2 a 19,1 cm e diâmetros de 7 a 11 mm. As células foram sempre construídas junto ao fundo do bambu, havendo um grande espaço não utilizado (geralmente maior que 8 cm) entre a entrada do ninho e a abertura do N.A. Dois machos e uma fêmea do mesmo ninho (que continha também um outro macho morto) emergiram no laboratório e alguns indivíduos emergiram no campo. Houve mortalidade em 23 células (de 5 ninhos). Foi possível reconhecer 7 adultos pré-emergentes e 6 pré-pupas. As nidificações ocorreram tanto no verão quanto no inverno (Tabela 1.3).

Megachile sp. utilizou tubos grandes de cartolina para nidificar. Um ninho foi fundado em um tubo previamente utilizado por *C. tarsata* e as células de *Megachile* sp. estavam dentro das células vazias de *Centris*. As células eram formadas por uma camada de solo argiloso e outra de folhas muito compactadas (aparentemente estruturalmente modificadas pela fêmea) e possuíam de 10 a 13 mm de comprimento ($\bar{X}= 10,8 \pm 1,1$ mm; n=13) e de 5,9 a 6,4 mm de diâmetro máximo ($\bar{X}= 6,1 \pm 0,2$ mm; n = 9). Cada ninho continha 4 ou 5 células. Emergiram 11 indivíduos e 4 adultos pré-emergentes e uma pré-pupa foram encontrados mortos dentro das células. Considerando-se indivíduos mortos e vivos, foram produzidas 12 fêmeas e 3 machos. Os ninhos foram fundados de fevereiro a abril (Tabela 1.3).

Em Baixa Grande foram encontrados 3 ninhos de *Megachile*, mas os indivíduos emergiram no campo, não sendo possível a determinação taxonômica da espécie.



Fig. 1.25. Ninho de *Megachile lissotate* (Megachilidae, Megachilini) em gomo de bambu.

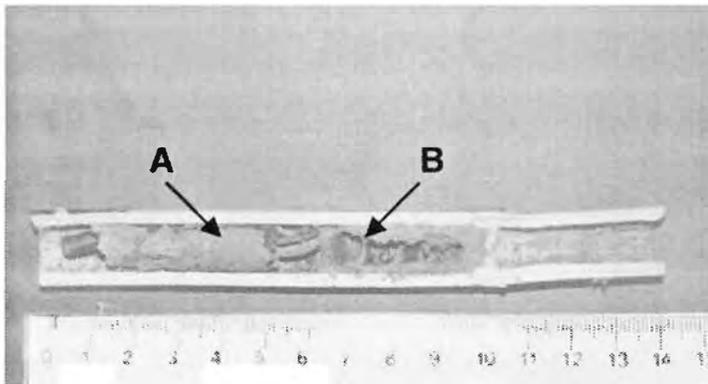


Fig. 1.26. Gomo de bambu utilizado para nidificação por duas espécies de abelhas: (A) células de *Megachile* sp. (B) células de *Centris tarsata*.

DISCUSSÃO

Riqueza e abundância das espécies de abelhas em ninhos-armadilha

Neste estudo foi registrada pela primeira vez a ocorrência de espécies do gênero *Dicranthidium* (Megachilidae) nidificando em N.A., enquanto ninhos das demais espécies têm sido obtidos também em outras localidades. Foi também notável a ocorrência de *E. cordata* na caatinga, pois havia apenas um registro (em Castro Alves, BA) desta espécie neste bioma (Carvalho, 1999). *Centris tarsata* é uma espécie comum, registrada em N.A. em remanescentes de Mata Atlântica (Pérez-Maluf, 1993; Aguiar, 2001), em matas mesófilas (Camillo *et al.*, 1995), dunas litorâneas (Viana, 2001) e cerrado (Camillo *et al.*, 1995; Garófalo, 2000), assim como *T. diversipes* que também nidificou em N.A. nestas localidades, exceto nas dunas.

A área de floresta estacional semi-decídua (Baixa Grande) apresentou uma riqueza de espécies maior que a caatinga (Ipirá). Embora algumas espécies que ocorreram na floresta estacional não tenham sido registradas na caatinga, sabe-se que elas também ocorrem neste habitat, como é o caso de *C. analis*, *T. diversipes*, *D. arenarium* e *D. luciae* (Zanella, 2000). Deste modo, as diferenças na composição de espécies observadas neste estudo, caracterizam-se melhor como diferenças entre áreas do que como diferenças entre formações vegetacionais.

A maior riqueza de espécies de abelhas obtida com a utilização de N.A. tem sido encontrada em áreas florestadas. Em florestas mesófilas semi-decíduas de Cajuru (SP), Camillo *et al.* (1995) obtiveram ninhos de 25 e 21 espécies, em dois pontos de amostragem, e na Serra do Japi (SP) foram obtidas 17 espécies (Garófalo, 2000). Na floresta semi-decídua de Baixa Grande (este estudo) o número de espécies (11) foi menor que nas áreas amostradas em São Paulo. Na Floresta Amazônica (Amazônia Central), Morato & Campos (2000) obtiveram ninhos de 14 espécies, e em áreas de Mata Atlântica foram amostrados ninhos de 11 espécies em Viçosa (MG) (Pérez-Maluf, 1993) e de 8 espécies em Mamanguape (PB) (Aguiar, 2001).

Em áreas de cerrado (*s.l.*) e cerradão de São Paulo, Camillo *et al.* (1995) registraram 14 espécies em Cajuru e Garófalo (2000) obteve 17 espécies em Pedregulho e 11 em Luís Antônio. Em habitats abertos do Nordeste brasileiro, a riqueza em espécies de abelhas amostradas com N.A. tem sido menor que nas florestas e cerrados. Viana (2001) encontrou 7 espécies nas dunas litorâneas de

Salvador (BA) e neste estudo foram encontrados ninhos de 7 espécies na caatinga (em todos os casos foram excluídas as espécies cleptoparasitas).

A riqueza em espécies de abelhas amostradas com N.A. varia em função de alguns fatores, como o diâmetro das cavidades oferecidas, a relação entre a estratificação vertical das espécies e a altura dos N.A. e a disponibilidade de substratos naturais para nidificação (Frankie *et al.*, 1988; Morato & Campos, 2000; Viana, 2001), além da própria riqueza de espécies do habitat. Na caatinga, a riqueza de espécies de abelhas é baixa (Martins, 1994; Aguiar & Martins, 1997; Viana, 1999; Zanella, 2000) e nossos dados sugerem que há poucas espécies que nidificam em cavidades preexistentes.

As amostragens com N.A. no Brasil tem revelado que espécies de *Centris* são geralmente dominantes em número de ninhos fundados (Camillo *et al.*, 1995; Morato & Campos, 2000; Garófalo, 2000; Viana, 2001; Aguiar, 2001). Nos estudos realizados na região Nordeste (em matas, dunas e caatinga), tem sido observada uma predominância de ninhos de *C. tarsata*, enquanto nas amostragens realizadas na região Sudeste (em cerrados e matas mesófilas), esta espécie foi pouco freqüente nos N.A. (Camillo *et al.*, 1995, Garófalo, 2000). O percentual de ninhos obtidos na floresta de B. Grande (BA) (37%) foi similar ao observado na mata Altântica de Mamanguape (PB) (36%) (Aguiar, 2001), enquanto nas dunas litorâneas (Salvador, BA), *C. tarsata* fundou 58% dos ninhos (Viana, 2001) e na caatinga (este estudo) foram 55% dos ninhos. Os dados sugerem que a dominância desta espécie é maior nos habitats abertos e ensolarados e com baixa riqueza em espécies.

A estrutura da comunidade de abelhas que nidificou em N.A. na caatinga de Ipirá apresentou características comuns com a das dunas de Salvador, ambas sendo caracterizadas pelo reduzido número de espécies e pela elevada dominância de nidificações de *C. tarsata*. Estes habitats guardam entre si semelhanças como a vegetação aberta, altas temperaturas e elevada insolação.

Centris tarsata parece bem adaptada à nidificação em habitats quentes e ensolarados. Pérez-Maluf (1993) sugeriu que esta espécie prefere nidificar em borda de mata do que no seu interior. Morato *et al.* (1999) também observaram que as espécies amazônicas *C. terminata* e *C. dichrotricha* preferiam nidificar em locais abertos e iluminados. Por outro lado, os experimentos de Frankie *et al.* (1988) na Costa Rica, indicaram uma tendência geral das espécies de *Centris* que utilizam

cavidades preexistentes (especialmente *C. bicornuta*, *C. vittata* e *C. trigonoides*) em nidificar em habitats mais sombreados (florestados), enquanto os habitats mais ensolarados (savana e floresta em regeneração) pareciam abrigar uma menor densidade destas abelhas, o que estaria relacionado com a ocorrência de altas temperaturas, limitantes para o desenvolvimento larval. No Brasil, aparentemente apenas *C. tarsata* tem sido abundante em N.A. em habitats com alta insolação e temperaturas elevadas, como as dunas e as caatingas, enquanto outras espécies, como *C. trigonoides*, *C. vittata* e *C. analis* não tem nidificado em N.A. nestes locais.

Padrão anual de fundação dos ninhos

Neste estudo, a maioria das espécies apresentou variação no número de ninhos fundados nos diferentes anos, sendo que várias delas só foram registradas em um dos anos de amostragem. Flutuações anuais na frequência de nidificação de espécies de abelhas que utilizam N.A., têm sido relatadas em diferentes habitats (Frankie *et al.*, 1993, 1998; Morato *et al.*, 1999; Viana, 2001). Frankie *et al.* (1998) sugeriram que tais flutuações seriam uma característica regular de espécies de abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, podendo ser causadas por vários fatores, como mortalidade natural diferenciada, padrões climáticos anuais extremos (seca ou chuva acima do normal) e perturbações em habitats marginais e concluíram que diferentes espécies de abelhas são afetadas desigualmente por diferenças climáticas em diferentes anos.

Enquanto algumas espécies que nidificaram nos N.A. apresentaram atividade sazonal, com uma estação reprodutiva relativamente curta como *D. arenarium* e *T. diversipes*, outras espécies tiveram uma estação de nidificação mais extensa, como *C. tarsata* e *X. frontalis*, especialmente em Baixa Grande.

Centris tarsata apresentou um padrão temporal de atividades similar nas duas áreas estudadas, com concentração das atividades de nidificação a partir dos meados da primavera e durante o verão e uma grande redução no outono e inverno (período mais frio e seco), embora tenha havido diferenças na extensão do período de nidificação. Amostragens em flores na caatinga de Itatim (BA) (ver capítulo 4), sugeriram que *C. tarsata* mantém atividade de setembro até fevereiro, o que coincide com o observado na caatinga de Ipirá (setembro a março), enquanto na floresta em Baixa Grande, o período de nidificação desta espécie parece ser um pouco mais extenso, atingindo o outono.

Centris tarsata parece apresentar um período de atividades mais curto na caatinga do que em outros habitats e é possível que apresente um menor número de gerações anuais. Diferenças regionais no número de gerações por ano em uma mesma espécie têm sido relatadas para outras abelhas (Roubik, 1989). Em Mamanguape (PB, Mata Atlântica), *C. tarsata* também apresentou maior frequência de nidificação na primavera-verão (Aguiar, 2001) e nas dunas de Salvador (BA) a maior frequência de fundações foi observada no verão em um ano e na transição outono-inverno em outro (Viana, 2001).

Na caatinga parece haver uma tendência à concentração das atividades de nidificação de *C. tarsata* no período mais chuvoso, havendo uma alta correlação positiva entre a pluviosidade e o número de ninhos estabelecidos mensalmente. Em outros habitats houve pouca coincidência entre a atividade de nidificação de *C. tarsata* com os períodos secos ou chuvosos. Enquanto em Mamanguape o número de nidificações de *C. tarsata* foi negativamente correlacionado com a pluviosidade e a maior frequência de nidificação ocorreu no período mais seco, nas dunas de Salvador houve um maior número de ninhos estabelecidos no período mais seco no primeiro ano e no período mais chuvoso no segundo ano. Avaliações sobre a flutuação na disponibilidade de recursos florais em cada habitat nos períodos seco e chuvoso podem ajudar a explicar os padrões temporais de nidificação das espécies de abelhas.

As análises do tempo decorrido entre a coleta do ninho e a emergência dos imagos mostraram que as gerações de *C. tarsata* apresentam diferentes períodos de desenvolvimento. Tanto em Ipirá como em Baixa Grande, em alguns ninhos os imaturos provavelmente estavam passando por diapausa, resultando em um tempo de desenvolvimento bastante longo, ao contrário das outras gerações cujo desenvolvimento foi rápido. Porém, ao contrário de Baixa Grande, cujos ninhos com imaturos em diapausa foram estabelecidos no início do outono (início do período seco), em Ipirá, aparentemente houve diapausa em parte dos imaturos dos ninhos fundados em novembro, dezembro (período chuvoso) e janeiro, embora a maioria deles tenha tido desenvolvimento rápido. Os fatores que determinam a entrada em diapausa dos indivíduos produzidos em alguns ninhos e não em outros permanecem ainda desconhecidos.

Tetrapedia diversipes apresentou um período de nidificação em Baixa Grande muito similar ao observado em São Paulo, onde tem duas gerações anuais.

Enquanto a prole da primeira geração se desenvolve em um período de aproximadamente 8 semanas, a da segunda geração permanece imatura por mais de 6 meses, emergindo na estação reprodutiva seguinte (Alves-dos-Santos, 2000). Em Baixa Grande há indícios de que parte dos indivíduos produzidos no final da estação reprodutiva (março-abril) tem um desenvolvimento mais longo que os da geração anterior, sugerindo que também há grandes diferenças na duração do desenvolvimento em diferentes gerações. Foram relatadas variações de até 130 dias no período de desenvolvimento de diferentes gerações de outra espécie (*T. curvitaris*), cujo período de nidificação é similar ao de *T. diversipes* (Camillo, 2000).

De acordo com Roubik (1989), parece que a maioria das abelhas que não apresenta período de inatividade como adultos tem um estágio de repouso como pré-pupa. A ocorrência de diapausa em abelhas, no estágio de larva madura e pupa, representa uma estratégia de sobrevivência em períodos ambientais desfavoráveis (Danks, 1987 *apud* Roubik 1989). Nas áreas estudadas, as temperaturas no inverno são relativamente altas (acima de 20° C) e provavelmente não constituem limitação às atividades das abelhas. É possível que um dos fatores mais desfavoráveis para as abelhas seja a baixa disponibilidade de recursos florais no inverno, que coincide com o período seco, porém outras investigações são necessárias para suportar esta hipótese.

Considerações sobre os ninhos de algumas espécies

As características (arquitetura, formato das células e material utilizado na construção do ninho) dos ninhos das abelhas representam importantes caracteres taxonômicos. As espécies de *Centris* amostradas neste estudo podem ser separadas pelo tipo de material que utilizam para construir seus ninhos e células: areia e óleo (*C. tarsata*) e serragem ou restos de material vegetal misturados com óleo (*C. analis*). Estas características são encontradas em outras espécies e caracterizam os subgêneros *Hemisiella* e *Heterocentris* (Coville *et al.*, 1983; Frankie *et al.*, 1988; Morato *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000).

Há uma considerável variação intra-específica no número de células por ninho em abelhas solitárias. Os ninhos de *C. tarsata* estudados nesse trabalho apresentaram grande variação no número de células (1 a 13), assim como outras espécies do subgênero *Hemisiella*. Foram encontradas de 2 a 8 células em *C. lanipes* (Michener & Lange, 1958), de 1 a 5 células em *C. transversa* (Batra &

Schuster, 1977), de 1 a 6 células em *C. vittata* (Pereira *et al.*, 1999) e de 1 a 7 células em *C. dichrotricha* (Morato *et al.*, 1999). Michener & Lange (1958) sugeriram que a variação depende, em parte, do espaço disponível para a construção das células. Em espécies de Megachilidae o número de células por ninho pode ser afetado pelo diâmetro do N.A. (Vandenberg, 1995; Parker, 1986) ou, como em *Osmia lignaria*, pelas mudanças na disponibilidade de recursos ao longo da estação reprodutiva e redução da capacidade de forrageamento das fêmeas mais velhas (Torchio & Tepedino, 1980).

Semelhante ao observado em ninhos de outras espécies de *Hemisiella* (Pereira *et al.*, 1999; Morato *et al.*, 1999), os ninhos de *C. tarsata* não apresentaram célula vestibular, uma característica encontrada em ninhos de *C. analis* (Jesus & Garófalo, 2000) e *C. terminata* (Morato *et al.*, 1999), ambas do subgênero *Heterocentris*, e em outras espécies de abelhas que nidificam em N.A. (Krombein, 1967). Em *C. vittata*, Pereira *et al.* (1999) relataram a presença de um espaço preenchido com solo entre a última célula de cria e a parede de fechamento do ninho, não caracterizando uma célula vestibular propriamente dita.

Várias espécies de *Centris* que nidificam em cavidades, dentre elas *C. tarsata* e *C. analis*, adicionam um revestimento oleoso à superfície externa da parede de fechamento do ninho. Tem sido hipotetizado que este material teria uma função de proteção do ninho. Gazola (1999) sugeriu que este revestimento poderia auxiliar na redução do ataque de parasitas em *C. analis*, enquanto Vinson & Frankie (2000) forneceram evidências de que o material oleoso pode exercer um papel importante na redução da usurpação intra-específica de ninhos em *C. bicornuta*.

O arranjo linear das células nos ninhos de *C. tarsata* e *C. analis* foi similar ao registrado para outras espécies do gênero que nidificam em ninhos-armadilha (Morato *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000). Variações na orientação das células, observadas em ninhos de *C. tarsata*, também foram registradas em ninhos de *C. lanipes* em cavidades naturais na madeira, cujas células tinham orientação desde horizontal até vertical, passando por vários graus de inclinação (Michener e Lange, 1958). De acordo com Coville *et al.* (1983), o arranjo das células nas espécies de *Centris* que nidificam em cavidades preexistentes depende do espaço disponível na cavidade.

Tetrapedia diversipes e *E. cordata* construíram as células com o mesmo material (areia com óleo no primeiro caso e resina no segundo) utilizado por outras

espécies destes gêneros e este parece ser um padrão a nível genérico (Michener & Lange, 1958; Garófalo *et al.*, 1993; Camillo, 2000). As quatro espécies de Anthidiini também utilizaram resina, uma característica encontrada em muitas espécies desta tribo de abelhas (Frohlich & Parker, 1985; Roubik, 1989).

O número de células (15 e 19) em dois ninhos de *E. cordata* de Baixa Grande foi superior ao registrado por Bennett (1966) (até 13 células) e por Garófalo (1992), que obteve ninhos desta espécie com 6 a 10 células, porém é provável que o número de células nestes ninhos de Baixa Grande seja resultante da atividade de mais de uma fêmea. As fêmeas de *E. cordata* podem permanecer no ninho materno após a emergência e iniciar as suas atividades de nidificação, inclusive re-usando as células velhas (Garófalo, 1985). Em um dos ninhos (b164), uma fêmea foi encontrada no seu interior quando ele foi coletado, cerca de dois meses após o primeiro registro de atividade nele. Deste ninho emergiram apenas 3 indivíduos, embora tivesse 15 células. No ninho com 19 células (b351), foram produzidos 13 indivíduos (incluindo aqueles mortos nas células), o que sugere que este ninho também tinha sido re-usado. Dos ninhos obtidos em nosso estudo, o provável número máximo de células foi 12 (ninho b99, a partir do qual emergiram 7 indivíduos e 5 foram encontrados mortos).

De acordo com Garófalo (1992), nos ninhos de *E. cordata* pode haver três tipos de arranjo de células: aglomerado, enfileirado ou em favo, dependendo do espaço disponível. Em nosso estudo, foi encontrado apenas o arranjo enfileirado (horizontal), o que naturalmente está relacionado com o diâmetro e forma das cavidades utilizadas. Uma variação neste padrão foi a ocorrência de duas fileiras de células unidas pelas paredes laterais nos ninhos com maior número de células.

Utilização dos ninhos-armadilha

Todas as espécies utilizaram em proporções desiguais os diferentes tipos de N.A. disponíveis, indicando a existência de preferências, relacionadas principalmente com o tamanho corporal, conforme apontado anteriormente por outros autores (Krombein, 1967; Rust, 1998). Enquanto *T. diversipes* e *C. tarsata* fundaram maior número de ninhos em tubos de cartolina de 10,5 x 0,8 cm, as espécies de *Dicranthidium*, abelhas de pequeno porte, nidificaram apenas nos tubos de menor diâmetro (5,8 x 0,6 mm). Os diâmetros de N.A. utilizados por várias espécies de *Centris* que nidificam em cavidades foram comparados na Tabela 1.9. A maioria das

espécies utilizou N.A. com diâmetros de 6 a 13 mm. Ninhos de *C. tarsata* têm sido obtidos em N.A. com diâmetros de 6 a 15 mm, sendo que o maior número de ninhos foi construído em cavidades de 8 mm (Aguiar, 2001 e neste estudo) e 10 mm (Viana, 2001).

Nossos dados sugerem que outros fatores, como o tipo de material que compõe o N.A., provavelmente influenciam a escolha das cavidades para nidificação. *Xylocopa frontalis*, *X. grisescens*, *E. cordata*, *Anthodioctes* sp. e *M. lissotate* nidificaram exclusivamente em gomos de bambu, enquanto *T. diversipes* nidificou apenas em tubos de cartolina. No caso das espécies de *Xylocopa*, a necessidade da construção de partições celulares com "serragem" impede as fêmeas de utilizarem substratos que não forneçam aquele material; assim, mesmo que os tubos de cartolina apresentassem diâmetros compatíveis com aqueles utilizados pelas fêmeas, provavelmente elas não utilizariam tais N.A. devido ao material do qual eles são formados. Garófalo *et al.* (1993) também relataram a preferência de outras espécies de *Euglossa* por gomos de bambu, embora *E. cordata* também possa nidificar em outros substratos, como ninhos velhos de *Xylocopa* sp. em madeira morta e caixas de madeira (Garófalo, 1992).

A utilização de diferentes tipos de materiais nos N.A. e a variedade de dimensões das cavidades fornecidas, especialmente dos gomos de bambu, permitiu a obtenção de ninhos de espécies de abelhas com diferentes tamanhos corporais e com preferências distintas por cavidades para nidificação. De acordo com Rust (1998), o padrão geral de escolha das cavidades para nidificação sugere que o tamanho da fêmea dita sua escolha em relação ao diâmetro e comprimento da cavidade.

Tabela 1.9. Diâmetros dos ninhos-armadilha utilizados por espécies de *Centris*. **Hm** = *Hemisiella*, **Ht** = *Heterocentris*. (•) = diâmetros de cavidades utilizadas, (+) = diâmetro utilizado com maior freqüência.

Espécies	Número de Ninhos	Diâmetros dos N.A. (mm)											Referência		
		4,8	5,2	6	6,5	7	8	9,5	10	11	12	12,7		13	15
<i>C. (Hm.) dichrotricha</i>	80	•						•+						•+	Morato <i>et al.</i> (1999)
<i>C. (Hm.) tarsata</i>	06					•	•			•	•				Pérez-Maluf (1993)
	36						•		•+						Viana (2001)
	63			•			•+			•			•	•	Aguiar (2001)
	66						•+								Este estudo – Ipirá
	53			•			•+								Este estudo – B. Grande
	02							•							Frankie <i>et al.</i> (1988)
<i>C. (Hm.) nitida</i>	76						•+	•		•					Frankie <i>et al.</i> (1988)
<i>C. (Hm.) vittata</i>	230						•	•		•	•+	•+			Pereira <i>et al.</i> (1999)
	22									•+					Frankie <i>et al.</i> (1988)
<i>C. (Ht.) analis</i>	29				•		•+								Frankie <i>et al.</i> (1988)
	01			•+											Pérez-Maluf (1993)
	202			•+											Jesus (1995)
	03	•+							•						Morato <i>et al.</i> (1999)
	40			•+			•			•			•		Aguiar (2001)
<i>C. (Ht.) bicornuta</i>	158				•		•+	•							Frankie <i>et al.</i> (1988)
	03	•+													Morato <i>et al.</i> (1999)
<i>C. (Ht.) labrosa</i>	22						•+								Garófalo (inf. pessoal)
<i>C. (Ht.) terminata</i>	129	•						•+					•		Morato <i>et al.</i> (1999)

Neste estudo, comprimento e diâmetro das cavidades variaram simultaneamente, de modo que não foi possível avaliar qual dos dois afetou a preferência das abelhas pelos tipos de N.A. Há informações na literatura sobre os diâmetros preferidos por algumas espécies, porém as preferências pelo comprimento da cavidade têm sido pouco relatada. Esta questão foi abordada em algumas espécies de Megachilidae e os resultados apontaram uma preferência das fêmeas por cavidades mais longas, onde é possível produzir um maior número de células (Tepedino & Parker, 1984; Bosch 1994; Rust, 1998). Este último autor verificou que *Osmia lignaria propinqua* não apresentou preferência por qualquer uma das classes de diâmetro oferecidas, apenas por cavidades de maior comprimento.

Razão Sexual

Na maioria das espécies analisadas, a razão sexual encontrada não foi significativamente diferente de 1:1. Todavia, a população de *C. tarsata* de Baixa Grande apresentou forte desvio em favor de machos. Em outros estudos também foi encontrada razão sexual de aproximadamente 1:1 em várias espécies de abelhas que nidificam em N.A., como *Euglossa cordata* (Garófalo, 1992), *Tetrapedia diversipes* (Aguiar, 2001), *T. curvitaris* (Camillo, 2000), *Centris dichrotricha*, *C. terminata* (Morato *et al.*, 1999), *C. vittata* (Pereira *et al.*, 1999) e *C. analis* (Jesus & Garófalo, 2000; Aguiar, 2001). Por outro lado, como observado em B. Grande, *C. tarsata* apresentou uma razão sexual significativamente desviada em favor de machos (1f:1,5m) em Mamanguape (PB) (Aguiar, 2001).

Segundo Torchio & Tepedino (1980), a razão sexual é um ponto de equilíbrio ao redor do qual são esperadas variações anuais. Se um investimento desproporcional é feito em prole de um sexo, ele deverá ser corrigido em gerações subsequentes. De acordo com a teoria de Fisher (*in* Torchio & Tepedino, 1980), a razão sexual esperada deve ser 1:1 apenas quando o esforço para produzir um macho e uma fêmea for equivalente, pois é esperado um investimento parental semelhante em ambos sexos. Em algumas espécies de abelhas solitárias, a razão sexual ótima é desviada em favor de machos, ao invés de ser 1:1, pois a produção de uma fêmea requer maior quantidade de alimento, como em *Osmia lignaria propinqua* (Torchio & Tepedino, 1980) e *Osmia cornuta* (Bosch, 1994).

Dentre os fatores apontados por afetar a razão sexual em abelhas solitárias que nidificam em N.A., estão: o diâmetro da cavidade utilizada (Rust, 1998) e seu

comprimento (Stephen & Osgood, 1965), a disponibilidade sazonal de recursos e a capacidade de forrageamento das fêmeas (Torchio & Tepedino, 1980), a predação diferencial nas células mais externas do ninho (se estas contém predominantemente um sexo) e a razão sexual da geração parental (a qual influencia o sucesso de acasalamento das fêmeas) (Vandenberg, 1995).

Uma maior produção de machos em ninhos de pequenos diâmetros tem sido reportada para espécies de *Megachile* (Stephen & Osgood, 1965) e *Osmia* (Rust, 1998). Contudo, estudos em *Hoplitis fulgida* (Tepedino & Parker, 1984) e *Osmia sanrafaelae* (Vandenberg, 1995) não mostraram nenhuma diferença na razão sexual de acordo com o diâmetro. Neste estudo, o desvio em favor de machos de *C. tarsata* observado em Baixa Grande não parece estar relacionado com as dimensões do N.A., nem parece ser característico da espécie, já que em Ipirá foi encontrada uma razão sexual de aproximadamente 1:1 para esta espécie, nos mesmos tipos de N.A.

Parasitismo e Mortalidade

Neste estudo houve uma elevada mortalidade de adultos pré-emergentes em várias espécies. Em muitos casos, adultos com asas perfeitas foram encontrados com a cabeça dirigida para o fundo da célula e devem ter sido incapazes de rompê-la, enquanto outros falharam em distender as asas. Stephen & Osgood (1965) observaram que em ninhos de *Megachile rotundata* fundados em tubos com mais de 4 polegadas de comprimento, os adultos viáveis na parte inferior da série de células eram freqüentemente incapazes de abrir caminho para emergir. Não tem sido relatados fatos semelhantes para as espécies de *Centris* e a mortalidade de adultos pré-emergentes encontradas por alguns autores foi bastante baixa (Jesus & Garófalo, 2000; Pereira *et al.*, 1999).

Mortalidade por parasitismo foi acentuada apenas em *C. tarsata* e houve maior proporção de parasitismo na caatinga (Ipirá) do que na floresta estacional (B. Grande). O percentual de ninhos de *C. tarsata* parasitados na caatinga (40%) foi inferior ao encontrado em Mamanguape (Mata Atlântica) (51%) (Aguiar, 2001), enquanto nas dunas litorâneas (Salvador, BA) nenhum ninho desta espécie foi parasitado (Viana, no prelo). As diferenças observadas na ocorrência de parasitismo em ninhos de *C. tarsata* nos diferentes estudos podem estar relacionadas, pelo menos em parte, com o efeito da densidade dos N.A. Em nosso estudo e no de Aguiar (2001), houve maior agrupamento dos N.A., enquanto Viana (2001) espalhou

29 conjuntos de 16 N.A. pela área de estudo. Agrupamentos de ninhos com elevada densidade facilitam a localização e o ataque dos inimigos naturais (Cooperband *et al.*, 1999). Em outras espécies de *Centris* que nidificam em N.A. foram encontradas proporções de 10 a 30% de ninhos parasitados (Morato *et al.*, 1999; Aguiar, 2001), que se assemelham mais ao valor encontrado em B. Grande para *C. tarsata* (20%).

As proporções de células de *C. tarsata* parasitadas na caatinga de Ipirá (16%) e na floresta de Baixa Grande (11%) foram inferiores ao observado em Mamanguape (25,7%) (Aguiar, 2001). Para outras espécies que nidificam em N.A. o percentual de células parasitadas têm sido bem inferior a estes: *C. vittata* (7,2%) (Pereira *et al.*, 1999) e *C. analis* (3,9%) (Jesus & Garófalo, 2000), enquanto as espécies que nidificam no chão parecem ser mais intensamente parasitadas: *C. segregata* (43%) (Coville *et al.*, 1983) e *C. mixta tamarugalis* (Chiappa & Toro, 1994) (36%).

Segundo Wcislo (1996), entre pares de espécies que nidificam em substratos diferentes, aquelas que nidificam no solo teriam maior proporção de parasitismo do que as que nidificam em cavidades. As espécies de *Centris* estudadas parecem encaixar-se nesta predição. O percentual de parasitismo nas espécies que nidificam em cavidades preexistentes em condições naturais, possivelmente é menor do que os dados apresentados aqui, visto que a nidificação em N.A. é uma situação artificial que modifica a densidade e a distribuição real dos ninhos no habitat e, conseqüentemente, a probabilidade dos parasitas encontrarem os ninhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.J.C. 2001. **Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes) da vegetação de Tabuleiro da Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 57p.
- 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*, Sér. Zool, **83**:151-163.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 2000. Nesting biology of *Tetrapedia diversipes* Klug (Tetrapediini, Apoidea). **Abstracts of the XXI International Congress of Entomology**, Foz do Iguaçu, Brasil, p. 817.
- BAHIA - Centro de Estatísticas e Informações. 1994. **Informações básicas sobre os municípios baianos**. Região Paraguaçu, vol. 14. Salvador, Bahia. p. 98-100; 360-362.
- BATRA, S.W.T. & SCHUSTER, J.C. 1977. Nests of *Centris*, *Melissodes* and *Colletes* in Guatemala (Hymenoptera, Apoidea). *Biotropica* **9**(2):135-138
- BENNETT, F.D. 1966. Notes on the biology of *Stelis (Odontostelis) bilineolata* (Spinola), a parasite of *Euglossa cordata* (Linnaeus) (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *J. N. Y. Ent. Soc.*, **74**:72-79.
- BLOCHTEIN, B. 1989. **Ocorrência e biologia de abelhas da família Megachilidae (Hymenoptera: Apoidea) e seus parasitóides no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 118p.
- BOSCH, J. 1994. The nesting behavior of the mason bee *Osmia cornuta* (Latr) with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie* **25**: 84-93.
- CAMILLO, E. 2000. Biologia de *Tetrapedia curvitorsis* em ninhos-armadilha (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, p. 103-110.
- 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). *Revta bras. Ent.* **39**(2):459-470
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. & SERRANO, J.C. 1993. Hábitos de nidificação de *Melitorna segmentaria*, *Centris collaris*, *Centris fuscata* e *Paratetrapedia gigantea* (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revta bras. Ent.* **37**(1):145-156.
- CARVALHO, C.A.L. 1999. **Diversidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves- BA**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 104p.

- CHIAPPA, E. & TORO, H. 1994. Comportamiento reproductivo de *Centris mixta tamarugalis* (Hymenoptera: Anthophoridae). II Parte: Nidificación y estados inmaduros. **Rev. Chilena Ent.** 21:99-115.
- COOPERBAND, M.F.; WHARTON, R.A.; FRANKIE, G.W. & VINSON, S.B. 1999. New host and distribution records for *Leucospis* (Hymenoptera: Leucospidae) associated primarily with nests of *Centris* (Hymenoptera: Anthophoridae) in the dry forests of Costa Rica. **J. Hym. Res.** 8(2):154-164.
- COVILLE, R.E.; FRANKIE, G.W. & VINSON, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. **J. Kansas Entomol. Soc.** 56(2):109-122
- FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B.; NEWSTROM, L.; & BARTHELL, J.F. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica** 20(4):301-310
- FRANKIE, G.W.; NEWSTROM, L.; VINSON, S.B. & BARTHELL, J.F. 1993. Nesting habitat preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry forest. **Biotropica** 25(3):322-333.
- FRANKIE, G.; VINSON, S.B.; RIZZARDI, M.A.; GRISWOLD, T.L.; O' KEEFE, S. & SNELLING, R.R. 1998. Diversity and abundance of bees visiting a mass flowering tree species in disturbed seasonal dry forest, Costa Rica. **J. Kansas Entomol. Soc.** 70(4):281-296
- FROHLICH, D.R. 1983. On the nesting biology of *Osmia (Chenosmia) bruneri* (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** 56(2):123-130
- FROHLICH, D.R. & PARKER, F.D. 1985. Observations on the nest-building and reproductive behavior of a resin-gathering bee: *Dianthidium ulkei* (Hymenoptera: Megachilidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** 78 (6):804-810
- GARÓFALO, C.A. 1992. Comportamento de nidificação e estrutura de ninhos de *Euglossa cordata* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Rev. Brasil. Biol.** 52(1):187-198.
- GARÓFALO, C.A. 1985. Social structure of *Euglossa cordata* nests (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis** 11:77-83.
- GARÓFALO, C.A. 2000. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilhas em fragmentos de matas do Estado de São Paulo. **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, pp.121-128.
- GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J.C. & REBÊLO, J.M.M. 1993. Utilization of trap nests by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Rev. Brasil. Biol.** 53(2):177-187.
- JAYASING, D.B. & FREEMAN, B.E. 1980. The comparative population dynamics of eight solitary bees and wasps (Aculeata; Apocrita; Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. **Biotropica** 12:214-219

- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** 31: 503-515
- JESUS, B.M. V. 1995. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 69p.
- KROMBEIN, K.V. 1967. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates**. Smithsonian Press, Washington DC, 570p.
- MARTINS, C.F. 1990. **Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 139p.
- MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordestina Biol.** 9 (2):225-257
- MICHENER, C.D & LANGE, R.B. 1958. Observations on the ethology of Neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). **Univ. Kansas Sci. Bull.** 39 (3):69-96
- MORATO, E.; GARCIA, M.V.B. & CAMPOS, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** 16(4):1213-1222.
- MORATO, E.F. & CAMPOS, L.O. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** 17(2):429-444.
- PARKER, F.D. 1984. The Nesting biology of *Osmia (Trichinosmia) laticulcata* Michener. **J. Kansas Entomol. Soc.** 57:430-436
- PARKER, F.D. 1986. Nesting, associates, and mortality of *Osmia sanrafaelae* Parker. **J. Kansas Entomol. Soc.** 59:367-377.
- PEREIRA, M. 1997. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Apinae: Centridini)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 85p
- 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
- PÉREZ-MALUF, R. 1993. **Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos armadilhas em Viçosa – MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 87p.
- ROUBIK, D.W. 1989. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge University, Cambridge, 514p.

- ROZEN, J.G. Jr & BUCHMANN, S.L. 1990. Nesting biology and immature stages of the bees *Centris caespinae*, *C. pallida*, and the cleptoparasite *Ericrocis lata* (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae). **Am. Mus. Novitates** **2985**:1-30.
- RUST, R.W. 1993. Cell and nest construction costs in two cavity-nesting bees (*Osmia lignaria propinqua* and *Osmia ribifloris biedermanni*) (Hymenoptera: Megachilidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** **86**(3):327-331
- RUST, R.W. 1998. The effects of cavity diameter and length on the nesting biology of *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Hym. Res.** **7**(1):84-93.
- SERRANO, J.C. & GAROFALO, C.A. 1978. Utilização de ninhos artificiais para o estudo bionômico de abelhas e vespas solitárias. **Ciência e Cultura**, **30**:597-598.
- STEPHEN, W.P. & OSGOOD, C.E. 1965. Influence of tunnel size and nesting medium on sex ratio in a leaf-cutter bee, *Megachile rotundata*. **J. Econ. Entomol.** **58**:965-968.
- TEPEDINO, V.J. & PARKER, F.D. 1984. Nest selection, mortality and Sex ratio in *Hoplitis fulgida* (Cresson) (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **57**(2):181-189.
- TORCHIO, P.F. & TEPEDINO, V.J. 1980. Sex ratio, body size and seasonality in solitary bee, *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). **Evolution** **34**:993-1003.
- TORCHIO, P.F. 1989. In-nest biologies and development of immature stages of three *Osmia* species (Hymenoptera: Megachilidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** **82**(5):599-615.
- TSCHARNTKE, T; GATHMANN, A & STEFFAN-DEWENTER, I. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**, **35**:708-719.
- VANDENBERG, J.D. 1995. Nesting preferences of the solitary bee *Osmia sanrafaelae* (Hymenoptera: Megachilidae). **J. Econ. Entomol.** **88**(3):592-599
- VIANA, B.F. 1999. A comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** **28**(4):635-645.
- VIANA, B.F. 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. (no prelo). Biologia e Arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology** **30**(4)
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 2000. Nest selection, usurpation, and a function for the nest entrance plug of *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** **93** (3):254-260.

- WCISLO, W.T. 1996. Parasitism rates in relation to nest site in bees and wasps (Hymenoptera: Apoidea). **Journal of Insect Behavior** **9**(4):643-655
- ZANELLA, F.C.V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie** **31**:579-592.

Capítulo 2

Biologia de nidificação de
Centris (Hemisiella) trigonoides
Lepelletier, 1841 (Hymenoptera,
Apidae, Centridini) .

ABSTRACT

NESTING BIOLOGY OF *CENTRIS (HEMISELLA) TRIGONOIDES*

LEPELETIER, 1841 (HYMENOPTERA, APIDAE, CENTRIDINI).

Cell construction and provisioning behavior of *Centris trigonoides* as well as the behavior of cleptoparasites are described. The bees nested within preexisting holes in wood from an abandoned building. The females constructed their nests with a mixture of sand and oil. The time spent to construct a cell was highly variable, but it was generally between 4½ to 5½ hr. After finishing the construction of a cell, females made one or two additional oily substance-collecting trips to line the cell walls. In general, only one cell was provisioned per day. Five to 8 pollen-collecting trips and from 4 to 6 oil-collecting trips were made to provision one cell. Pollen-collecting trips lasted from 11 to 52 min ($\bar{x}=27.3 \pm 10.6$; $n=83$) and oil-collecting trips lasted from 4 to 50 min ($\bar{x}=16.0 \pm 8.6$; $n=71$). Immediately after oviposition, the female closed the cell using sand that she had previously gathered. Three cleptoparasites species attacked the nests: *Coelioxys (N.) assumptionis*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys) sp.*, and *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp.* Forty-five intrusions of cleptoparasites into the nests were recorded, in most cases while the female was absent from the nest. The intrusions were apparently done in order to evaluate pollen quantity and/or for oviposition. Occasionally the cleptoparasites remained in the vicinity of the nests for a long time (a waiting strategy) before entering the nests. *Centris trigonoides* females showed defensive behaviors to avoid parasitism, such as chasing the parasites and guarding the nests. *Centris trigonoides* males used the nesting sites for shelter during the hottest hours of the day, as well as for sleeping. They would leave the cavities the following day between 09:00 and 10:30 a.m. The results obtained suggest that males and females have distinct temporal activity patterns.

KEY WORDS: solitary bees, nesting behavior, provisioning, oil-collecting bees, cavity-nesting bee.

RESUMO

O comportamento de construção e provisionamento das células de *Centris trigonoides*, bem como o comportamento dos cleptoparasitas foram descritos. As abelhas nidificaram dentro de cavidades pré-existentes na madeira. As fêmeas construíram seus ninhos com uma mistura de areia e óleo. O tempo gasto para construir uma célula foi altamente variável, geralmente de 4 ½ a 5 ½ h. Após ter concluído a construção da célula, a fêmea fez uma ou duas viagens para coleta de óleo, usado para revestir internamente as paredes da célula. Geralmente apenas uma célula foi provisionada por dia. Foram necessárias de 5 a 8 cargas de pólen e de 4 a 6 cargas de óleo para provisionar uma célula. As viagens para coleta de pólen duraram de 11 a 52 min ($X=27,3 \pm 10,6$; $n= 83$) e as de óleo duraram 4 a 50 min ($X=16,0 \pm 8,6$; $n=71$). Imediatamente após a oviposição, a fêmea fechou a célula, usando-se areia acumulada previamente no ninho para confeccionar o opérculo. Três espécies cleptoparasitas atacaram os ninhos: *Coelioxys (N.) assumptionis*, *Coelioxys (Glyptocoelioxys) sp* e *Coelioxys (Cyrtocoelioxys) sp*. Foram registradas 45 entradas dos cleptoparasitas nos ninhos, geralmente na ausência da fêmea, com propósito de avaliar a quantidade de pólen e/ou ovipositar. Algumas vezes os cleptoparasitas ficavam muito tempo pousados nas proximidades da entrada do ninho (uma estratégia de espera), antes de entrar nos ninhos. As fêmeas de *C. trigonoides* apresentaram alguns comportamentos defensivos para evitar o parasitismo, como perseguição aos parasitas e guarda do ninho. Machos de *C. trigonoides* utilizaram a área de nidificação para se abrigar nas horas mais quentes do dia e para dormir, abandonando as cavidades no dia seguinte, entre 09:30 e 10:30h. As observações sugerem que machos e fêmeas têm padrões diários de atividade bastante distintos.

PALAVRAS-CHAVE: abelhas solitárias, comportamento de nidificação, provisionamento, abelhas coletoras de óleo, nidificação em cavidades.

INTRODUÇÃO

Os hábitos de nidificação das abelhas da tribo Centridini são bastante variados. A maioria das espécies escava seus ninhos no solo, sendo esta a condição plesiomórfica no grupo, encontrada na maioria dos subgêneros de *Centris*, enquanto as espécies dos subgêneros *Heterocentris*, *Hemisiella* e *Xanthemisia* utilizam cavidades preexistentes, como buracos em madeira, células de outros insetos e ninhos-armadilha de vários tipos, para nidificar (Michener & Lange, 1958; Coville *et al.*, 1983; Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000).

Recentemente, alguns estudos sobre a biologia de nidificação de espécies que nidificam em cavidades preexistentes têm sido feitos no Brasil. Morato *et al.* (1999), estudando a fauna de abelhas que nidifica em N.A. na Amazônia, descreveram aspectos da arquitetura, parasitismo, sazonalidade e abundância de ninhos de quatro espécies. Estudos com ênfase no comportamento de nidificação, arquitetura dos ninhos e parasitismo foram também produzidos para *C. analis* Fabricius (Jesus, 1995; Gazola, 1999; Jesus & Garófalo, 2000) e *C. vittata* Lepeletier (Pereira, 1997; Pereira *et al.*, 1999).

Os ninhos de cinco espécies do subgênero *Hemisiella* foram descritos, a partir de nidificações em ninhos-armadilha [*C. tarsata* Smith (Viana, no prelo), *C. vittata* Lepeletier (Pereira, 1997; Pereira *et al.*, 1999) e *C. dichrotricha* Moure (Morato *et al.*, 1999)], em cavidades na madeira (*C. lanipes* Fabricius) (Michener & Lange, 1958)] e em barrancos (*C. transversa* Pérez) (Batra & Schuster, 1977). Além disso, Frankie *et al.* (1988) obtiveram ninhos de *C. trigonoides* Lepeletier e *C. nitida* Smith em ninhos-armadilha na Costa Rica.

De acordo com Snelling (1984), *Centris (H.) trigonoides* é uma espécie comum, que ocorre do México à Argentina. No Brasil, ela tem sido registrada em diversos habitats como na caatinga (Martins, 1994; Viana, 1999), cerrado (Silveira & Campos, 1995; Albuquerque & Mendonça, 1996), campos rupestres (Fisher & Gordo, 1993) e dunas litorâneas (Gottsberger, 1988; Viana, 2001). O objetivo deste trabalho foi descrever o comportamento de nidificação de *C. trigonoides*, em uma agregação natural de ninhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ninhos de *C. trigonoides* foram encontrados em cavidades na madeira de uma construção abandonada (fig. 2.1), na Fazenda Caldeirão Grande, município de Monte Santo (10° 19' 31" S, 39° 13' 59" W), a 370 km de Salvador, nordeste do Estado da Bahia. Os ninhos estavam situados de 30 cm a 1,80m acima do solo, em uma área de aproximadamente 54 m². Os mais próximos entre si distavam cerca de 10 cm, porém havia vários ninhos isolados, de modo que não formavam uma agregação densa. Nas proximidades da agregação, a vegetação era formada por caatinga arbustiva aberta, por caatinga arbórea e por áreas de pastagem. *Caesalpinia pyramidalis* Mart ex Tul. e *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby (Caesalpinaceae) eram as árvores mais comuns. O clima da região é do tipo semi-árido tropical, com pluviosidade média de 657 mm/ano, embora haja grandes variações anuais (295 a 1466 mm/ano), temperatura média de 23,6° C, mínima de 19,7° C e máxima de 28,6° C (Bahia, 1994).

De outubro de 1999 a janeiro de 2001, foram realizadas 11 excursões para observação dos ninhos, nos meses de outubro a maio, com exceção de abril, totalizando 238 horas de observação. Em 14 dias (de meses diferentes) foram feitas observações contínuas, nas quais um ou dois observadores registravam todas as atividades externas das abelhas, das 04:50 h às 18:20 h. Durante essas observações foram anotados os horários de entrada e saída das abelhas, a duração das viagens para a coleta de material de construção dos ninhos, de alimento larval e os ataques de parasitas. Os dados climatológicos (temperatura e umidade relativa) foram registrados a cada hora do dia, com um termo-higrômetro digital. Horários do nascer e pôr-do-sol em cada período foram registrados com a utilização de um GPS (Garmin 12).

Em novembro de 1999 foram instalados ninhos-armadilha (= N.A.) na área da agregação. Esses N.A. consistiram de 60 tubos de cartolina, com diâmetros de 4, 6, 8 e 10 mm e comprimentos de 58 a 105 mm, encaixados em orifícios feitos em uma placa de madeira e 80 gomos de bambu, com comprimentos e diâmetros variados, para induzir as abelhas à nidificarem nestes substratos (fig. 2.2), o que facilitaria a observação do comportamento intra-nidal.

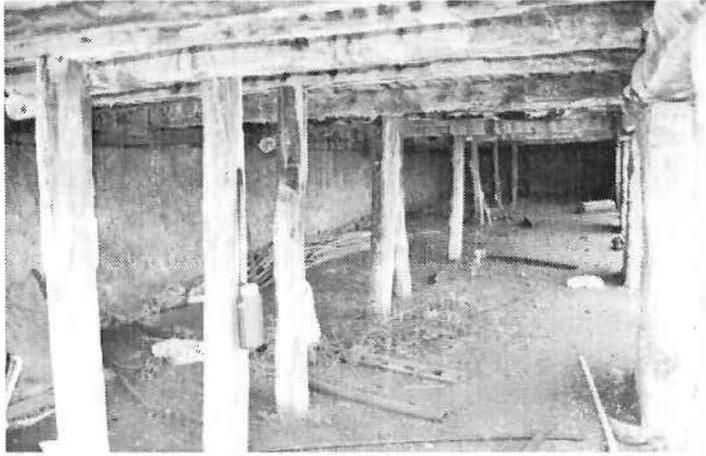


Fig. 2.1. Construção de madeira na qual a agregação de ninhos de *Centris trigonoides* foi encontrada, na Faz. Caldeirão Grande, em Monte Santo (BA).



Fig. 2.2. Fêmea de *Centris trigonoides* nidificando em gomo de bambu.

Observações sobre o comportamento intra-nidal foram realizadas em cinco ninhos estabelecidos em gomos de bambu, com o auxílio de otoscópios e registradas com microgravador. Machos e fêmeas foram capturados como material testemunho e outros foram marcados e liberados, para acompanhamento de suas das atividades.

RESULTADOS

Coleta do material para construção

Centris trigonoides utilizou areia misturada com óleo para moldar as células. Esses materiais podiam ser trazidos para o ninho isoladamente ou conjuntamente. Além de promover a adesão das partículas de solo, o óleo foi também usado para revestir internamente a célula deixando-a com um aspecto liso e brilhante. Os vôos para coleta de óleo durante a fase de construção da célula duraram de 7 a 43 minutos ($\bar{X}=18,7 \pm 8,7$ min.; $n=27$), sendo que 67% dos vôos demoraram de 10 a 21 minutos.

O intervalo entre a saída da fêmea e seu retorno com uma carga de areia foi bastante variável, inclusive para o mesmo indivíduo, podendo durar apenas 17 segundos ($\bar{X}=7,8$ min $\pm 9,2$ min.; mediana = 3,32 min.; $n=177$). A duração mais freqüente das viagens para coleta de areia foi menos de 4 min (fig. 2.3). As viagens muito curtas (<2 min, $n=73$) foram as mais comuns, enquanto as viagens de média (2 a 10 min; $n=50$) e longa duração (>10 min; $n=54$) ocorreram em proporções similares. A análise do material transportado por algumas fêmeas mostrou que aquelas que retornavam aos seus ninhos após vôos de curta e média duração traziam cargas de areia aparentemente seca, enquanto as fêmeas que realizavam vôos de longa duração, retornavam trazendo areia umedecida, provavelmente com óleo. É possível que em algumas viagens as fêmeas tenham gasto parte do tempo alimentando-se nas flores.

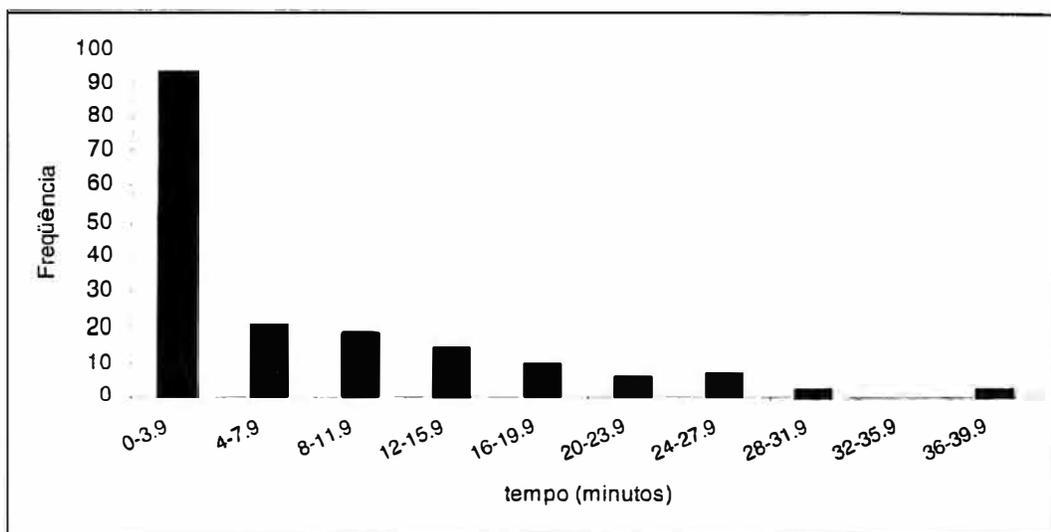


Fig. 2.3. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de *Centris trigonoides* para a coleta de areia (ou areia+óleo), em Monte Santo (BA).

Comportamento de construção do ninho

Antes de construir a primeira célula a fêmea trazia algumas cargas de areia para construir a parede de fundo do ninho. A seguir, começava a construir o fundo da célula pela parte inferior. Ela alternava a coleta de material (areia/óleo) com as atividades de modelagem da célula. No início da construção, a fêmea ficava dentro do ninho entre duas viagens consecutivas, apenas o tempo suficiente para descarregar o material coletado, o que levava geralmente menos de um minuto, podendo durar apenas 15 segundos. Após uma série de vôos, geralmente de 8 a 13, a fêmea passava a ficar mais tempo no ninho entre duas viagens. O tempo de permanência no ninho após a entrada com carga de areia mais freqüentemente observado foi menor que 2 minutos (fig. 2.4). Nas permanências mais longas no interior do ninho, a fêmea realizava atividades de modelagem, revestimento das paredes internas com substância oleosa ou fechamento da célula.

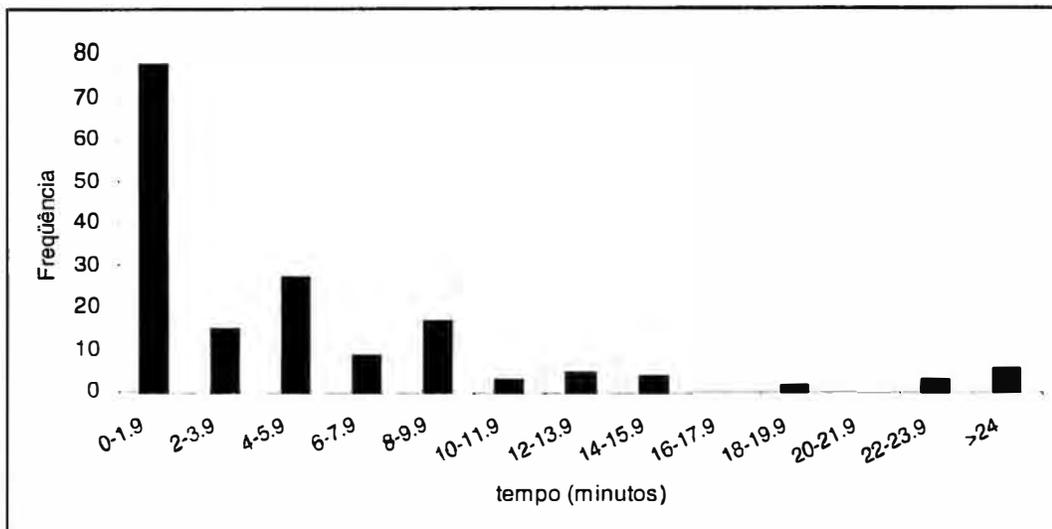


Fig. 2.4. Tempo (em minutos) de permanência das fêmeas de *Centris trigonoides* dentro do ninho entre dois vôos consecutivos para a coleta de material para construção das células.

A fêmea utilizou a extremidade do abdome para moldar as células. A areia acumulada no "assoalho" do N.A. era espalhada com movimentos de abrir e fechar as pernas posteriores; estas eram esfregadas contra as paredes da cavidade e pressionavam a areia, que adería às paredes. Periodicamente, a fêmea girava o corpo até 360° para depositar a areia na parte superior da cavidade. As mandíbulas e as pernas anteriores eram usadas para manipular a areia acumulada sob o corpo, no assoalho da cavidade. Na maioria das observações foram necessárias de 14 a 18 cargas de material para construir uma célula.

A fêmea delimitava o tamanho da célula, construindo um anel que fechava parcialmente a entrada da célula. Após a conclusão da modelagem da célula, a fêmea trazia uma ou duas cargas de óleo. Este material era aplicado nas paredes internas da célula, através da fricção das pernas posteriores, enquanto a fêmea fazia giros lentos ao redor do seu próprio eixo até atingir a parte superior (teto) da célula. Antes de iniciar o abastecimento, a fêmea coletava mais uma ou duas cargas de areia, que ficavam acumuladas dentro do ninho, para fechar a célula imediatamente após a oviposição.

O tempo gasto para construir uma célula foi variável, tanto para uma mesma fêmea quanto entre as fêmeas. Em 7 dos 11 casos acompanhados, o processo de construção da célula durou de 4 ½ a 5 ½ horas, contudo houve grandes discrepâncias, como a 4ª célula da fêmea AZ e a 1ª da fêmea RL (Tabela 2.1). Neste último caso as condições climáticas desfavoráveis (frio e chuva), levaram ao encerramento precoce da atividade externa em alguns dias e à diminuição no ritmo de coleta de material. A maioria das células não foram concluídas no mesmo dia em que foram iniciadas e a atividade de construção foi retomada na manhã seguinte. Por outro lado, as células concluídas em menor tempo (4 ½ e 2 ¼ h; fêmea AZ) foram construídas continuamente e finalizadas no mesmo dia.

Tabela 2.1. Tempo (em horas) gasto por fêmeas de *Centris trigonoides* na construção das células, em Monte Santo (BA).

Fêmea	Tempo de construção (horas)			
	Célula 1	Célula 2	Célula 3	Célula 4
DI	5 ½	5	5	-
AZ	?	4 ½	4 ½	2 ¼
ML	?	5	7	9
RL	18	?	?	?
EX	?	5	-	-

Arquitetura do ninho

Dos ninhos-armadilha disponibilizados, apenas os gomos de bambu foram utilizados por *C. trigonoides*. Dez ninhos foram estabelecidos em gomos de bambu, com diâmetros de 8 a 11 mm e comprimentos de 66 a 186 mm. O espaço ocupado pelas células e parede de fechamento dos ninhos foi relativamente pequeno (11 a 80 mm) e o número de células encontrado em cada ninho foi uma (n=4), três (n=3), quatro (n=2) e seis (n=1). Todos os ninhos com uma célula estavam concluídos, apresentando parede de fechamento típica. O ninho era fechado por uma parede côncava, de aspecto similar ao fundo de uma célula, revestida por um material oleoso.

As células eram ovais a arredondadas e arranjadas em série linear. A superfície externa era granulosa (grãos de areia) e a interna era lisa (polida), geralmente não brilhante. Na superfície interna, as paredes da célula apresentavam coloração igual a da areia da qual eram constituídas na maior parte de sua extensão, enquanto na porção superior da célula, próximo à entrada, a coloração era mais escura (marrom), decorrente da aplicação de um revestimento oleoso, que parecia estar restrito a esta área da célula (mas em um ninho aparentemente toda a superfície interna da célula era revestida com material oleoso). O opérculo era um disco, plano em ambas as superfícies.

Aprovisionamento

O processo de provisionamento começava com a coleta de pólen, geralmente iniciada imediatamente após a conclusão da célula, exceto quando isto acontecia próximo ao final da tarde; nesses casos, o provisionamento era iniciado na manhã seguinte. A atividade de coleta de pólen tinha início a partir das 07:00 h e podia se estender até o final da tarde (por volta de 17:00 h).

Ao retornar para o ninho para descarregar as provisões, a fêmea entrava com a cabeça dirigida para dentro da célula. Nas duas primeiras viagens, ela imediatamente girava o corpo e colocava as pernas dentro da célula para depositar o pólen. Nas viagens seguintes, ao entrar no ninho, a fêmea permanecia com a cabeça voltada para dentro da célula por um tempo entre 30 segundos e um minuto e meio, antes de girar o corpo para descarregar o pólen. Concluída esta atividade, ela saía da célula e fazia a limpeza do corpo, passando as pernas anteriores e médias na cabeça, tórax a face ventral do abdome e esfregando as pernas posteriores uma na outra.

A duração dos vôos para coleta de pólen foi bastante variável, inclusive para a mesma fêmea (Tabela 2.2), estendendo-se de 11 a 52 minutos ($\bar{X} = 26,6 \pm 10,5$ min.; mediana= 25,3 min.; n = 83). A duração mais freqüente destas viagens foi de 11 a 30 min (fig. 2.5). Geralmente cada fêmea fez uma viagem (ou, menos freqüentemente, duas) bem mais longa que as demais, e presume-se que ela tenha gasto parte do tempo em outra atividade, como por exemplo, alimentando-se. Em dias chuvosos, as viagens foram mais demoradas, porém é provável que o tempo entre a saída da fêmea e o seu retorno não tenha sido gasto apenas na coleta, e sim aguardando condições climáticas favoráveis para retomar o vôo.

Tabela 2.2. Duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de *Centris trigonoides* para a coleta de pólen, em Monte Santo (BA).

Fêmea	Nº de viagens	Duração (minutos) dos vôos	
		Varição	Média \pm dp
JC	6	13-23	18,0 \pm 4,4
DI	19	12-39	22,0 \pm 8,4
ML	10	11-40	24,4 \pm 11,2
AZ	23	16-44	25,7 \pm 8,1
MM	7	25-49	31,3 \pm 8,9
EX	12	26-50	37,6 \pm 7,0
RL	5	29-52	41,6 \pm 10,3

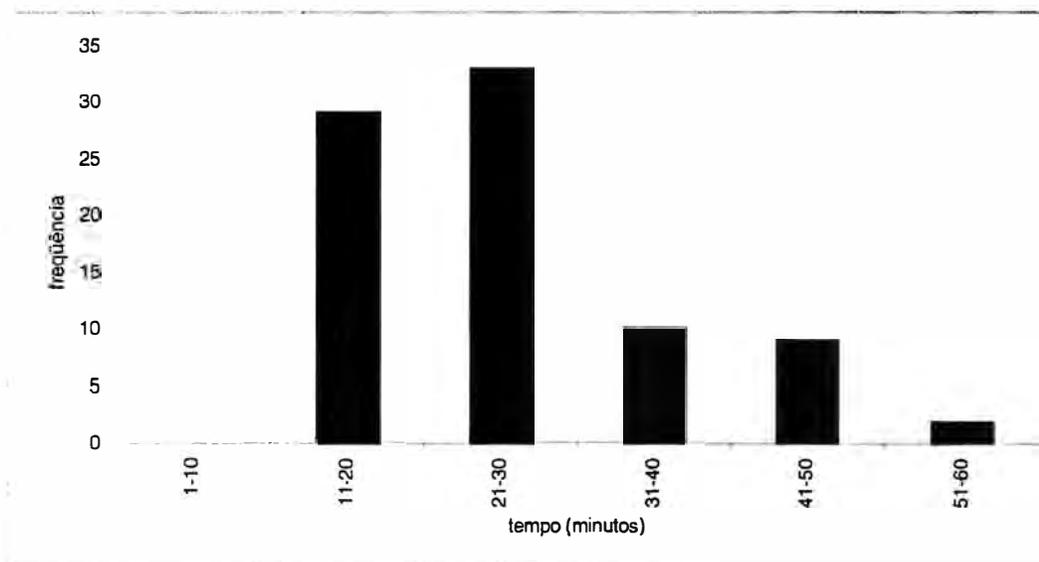


Fig. 2.5. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de *Centris trigonoides* para coleta de pólen, em Monte Santo (BA).

Em boas condições climáticas, as fêmeas permaneceram nos ninhos apenas o tempo necessário para descarregar o alimento, saindo a seguir para uma nova coleta. Em 65% dos casos observados ($n=77$), o intervalo entre a entrada da fêmea no ninho com uma carga de pólen e sua saída foi de 1 a 6 minutos, sendo mais freqüente o intervalo de 2 a 4 min. Todavia, quando as fêmeas encontravam parasitas (*Coelioxys* sp.) nas proximidades ou dentro do ninho, elas permaneciam um longo tempo (de 18 a 74 min) dentro da cavidade, sendo este, provavelmente, um comportamento de proteção contra o parasitismo.

Nos 14 processos de aprovisionamento acompanhados do início ao fim, as fêmeas depositaram cinco ($n = 5$), seis ($n=1$), sete ($n = 7$) ou oito ($n = 2$) cargas de pólen na célula. Em algumas das células aprovisionadas com 5 cargas de pólen emergiram machos, enquanto que fêmeas foram obtidas a partir de células contendo 7 ou 8 cargas de pólen.

O tempo necessário para aprovisionar uma célula com pólen foi variável, não só entre as fêmeas, como também para a mesma fêmea durante o aprovisionamento de diferentes células (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Tempo (em horas) gasto pelas fêmeas de *Centris trigonoides* para a estocagem de pólen em uma célula, em Monte Santo(BA).

Fêmea	Duração da coleta de pólen (horas)		
	Célula 1	Célula 2	Célula 3
DI	4	2	2 $\frac{3}{4}$
AZ	4 $\frac{1}{4}$	3	3 $\frac{1}{2}$
SN	5 $\frac{1}{2}$	-	-
ML	-	2 $\frac{2}{3}$	3 $\frac{1}{4}$
JC	2	-	-
RL	4	-	-
EX	5 $\frac{1}{2}$	4	-
MM	4 $\frac{1}{2}$	-	-

Após trazer pólen suficiente para o provisãoamento de uma célula, a fêmea fazia quatro (n = 4), cinco (n = 6) ou seis (n = 4) viagens para coletar óleo, trazido na escopa. A duração dos vôos para coleta de óleo para provisãoamento da célula variou de 3,6 a 50 minutos (\bar{X} =16,0 \pm 8,6 min.; mediana= 13,5 min.; n=71) (Tabela 2.4) , sendo mais freqüente o intervalo de tempo de 10 a 15 minutos (fig. 2.6). O tempo necessário para depositar o óleo na célula foi curto, geralmente menor que 2 minutos (55% de 67 casos), podendo durar apenas 0,5 minuto. Após as primeiras viagens para coleta de óleo, era possível visualizar uma camada líquida na superfície do pólen.

Tabela. 2.4. Duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de *Centris trigonoides* para coleta de óleo durante o provisãoamento das células em Monte Santo (BA).

Fêmea	Nº de viagens	Duração (em minutos) das viagens	
		Varição	média \pm dp
JC	4	4-6	4,8 \pm 1,1
IL	4	12-13	12,5 \pm 0,6
DI	15	3-21	13,0 \pm 5,6
EX	10	10-32	14,5 \pm 9,6
MM	6	11-23	14,6 \pm 4,7
AZ	14	8-26	15,0 \pm 6,0
SN	4	14-21	16,2 \pm 3,7
ML	8	11-50	23,5 \pm 12,9
RL	6	29-45	31,4 \pm 2,5

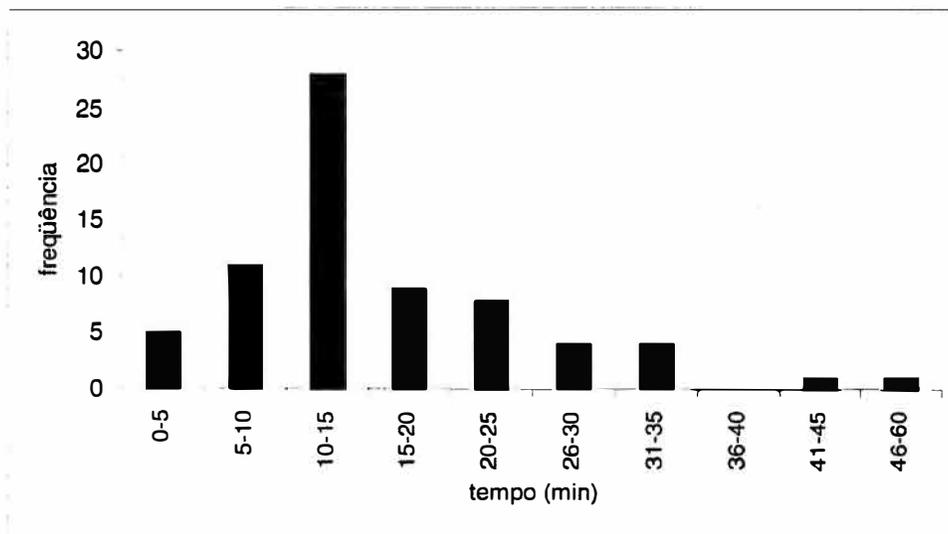


Fig. 2.6. Frequência e duração (em minutos) dos vôos realizados por fêmeas de *Centris trigonoides* para a coleta de óleo para aprovisionamento das células, em Monte Santo (BA).

O tempo necessário para concluir o aprovisionamento de uma célula foi variável entre as fêmeas e em diferentes células aprovisionadas pela mesma fêmea (Tabela 2.5). O mais comum era o aprovisionamento de uma célula por dia, mas até duas foram aprovisionadas no mesmo dia, embora geralmente não havia tempo para concluir o aprovisionamento da segunda.

Tabela 2.5. Tempo (em horas) gasto pelas fêmeas de *Centris trigonoides* para concluir o aprovisionamento de uma célula, em Monte Santo (BA).

Fêmea	Tempo de aprovisionamento (horas)		
	Célula 1	Célula 2	Célula 3
DI	6 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{3}$	3 $\frac{1}{2}$
AZ	5 $\frac{1}{2}$	4	5
SN	7	-	-
RL	7 $\frac{2}{3}$	-	-
ML	?	4 $\frac{1}{2}$	6
JC	3 $\frac{1}{3}$	-	-
EX	6 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	-
MM	9 $\frac{1}{2}$	-	-

Oviposição, fechamento da célula e do ninho

Ao retornar da última viagem para coleta de óleo, a fêmea entrava no ninho e permanecia com a cabeça dirigida para dentro da célula por 1 a 3 minutos, aparentemente manipulando com as mandíbulas e pernas anteriores, a areia acumulada próximo à entrada da célula. A seguir, a fêmea virava-se, inseria o abdome na célula e permanecia imóvel por pouco mais de 1 minuto, enquanto realizava a oviposição. A seguir, ela iniciava imediatamente o fechamento da célula, terminando a construção do opérculo com a areia previamente acumulada dentro do ninho. A fêmea girava lentamente em torno de seu eixo, apoiando as pernas anteriores e médias na parede da cavidade e com o auxílio da extremidade do abdome, moldava o opérculo da célula. Este apresentava um aspecto umedecido durante a sua construção.

A permanência da fêmea no ninho após a última entrada antes da oviposição era longa ($\bar{X} = 35,9 \pm 15$ min, $n = 9$), e ela só saía para fazer uma nova coleta de areia quando a célula ovipositada estava completamente fechada. Terminada a construção do opérculo, a fêmea iniciava a construção de uma nova célula ou da parede de fechamento do ninho.

Quando a fêmea concluía a operculação da última célula do ninho, ela coletava uma quantidade adicional de areia (5 a 7 cargas) para fazer o fechamento dele; nessa atividade a fêmea apresentava um comportamento semelhante àquele quando da construção de uma célula; porém, a permanência dela dentro do ninho entre duas viagens consecutivas era sempre relativamente longa, ou seja, após a chegada com uma carga de areia a fêmea imediatamente modelava a areia trazida.

Após a construção da parede de fechamento do ninho, a fêmea fazia uma ou duas viagens para coleta de óleo; ao entrar na cavidade para descarregar este material, a abelha assumia uma posição curvada sobre si mesma, mantendo a cabeça voltada para a entrada da cavidade. Ela esfregava as pernas posteriores na superfície externa da parede de fechamento do ninho, depositando ali uma substância de cor clara, levemente amarelada e de aspecto espumoso.

O tempo necessário para concluir um ninho pareceu bastante variável em *C. trigonoides*. Dois ninhos foram acompanhados do início da construção ao fechamento, e as fêmeas permaneceram em atividade nestes ninhos por 4 e 12 dias, construindo 3 e 4 células, respectivamente. Após concluir um ninho, a fêmea podia começar outro imediatamente.

Período de nidificação

A atividade de nidificação de *C. trigonoides* foi observada nos meses de outubro a março. É possível que a atividade anual comece um pouco mais cedo (setembro) e termine um pouco mais tarde (abril), mas nestes meses não foram feitas excursões à área de nidificação. No começo de maio, não havia mais fêmeas em atividade na área de nidificação.

O período de desenvolvimento foi registrado em apenas um ninho, sendo de 84 dias para macho (n=1) e para fêmea, 95 (n=3) e 97 dias (n=1).

Padrão diário de atividade externa

Foram detectadas grandes variações individuais no horário de início da atividade externa das abelhas. A primeira saída para o campo era realizada entre 05:18 e 08:00h. O início das atividades parecia ocorrer mais cedo quando a fêmea ia coletar areia ou óleo (geralmente as fêmeas saíam de 15 a 20 minutos após o nascer do sol), enquanto as fêmeas que iriam coletar pólen, demoravam até 07:30 ou 08:00h para iniciar suas atividades (fig. 2.7).

Com raras exceções, não foi observado início da atividade externa em temperaturas abaixo de 23° C. Em dias nublados, mesmo que a temperatura estivesse acima de 23° C, a saída das abelhas do ninho acontecia mais tarde do que nos dias ensolarados, até mesmo para as fêmeas que costumeiramente saíam muito cedo.

O término da atividade externa coincidia com o horário do pôr-do-sol, ocorrendo entre 17:15 e 18:20 h, dependendo do mês. Observou-se que as abelhas que retornavam à agregação quando o sol já estava se pondo, encontravam muita dificuldade para localizar seus ninhos, devido à baixa luminosidade. Após algumas tentativas sem êxito, abandonavam o local e passavam a noite fora dos seus ninhos, retornando logo cedo na manhã seguinte. Em tardes nubladas ou chuvosas, a atividade terminava mais cedo, antes das 16:00 h. Após o encerramento das atividades externas, a fêmea podia permanecer trabalhando dentro do ninho, após o anoitecer (até por volta de 18:30h), pelo menos se ela estivesse em fase de construção ou fechamento de células.

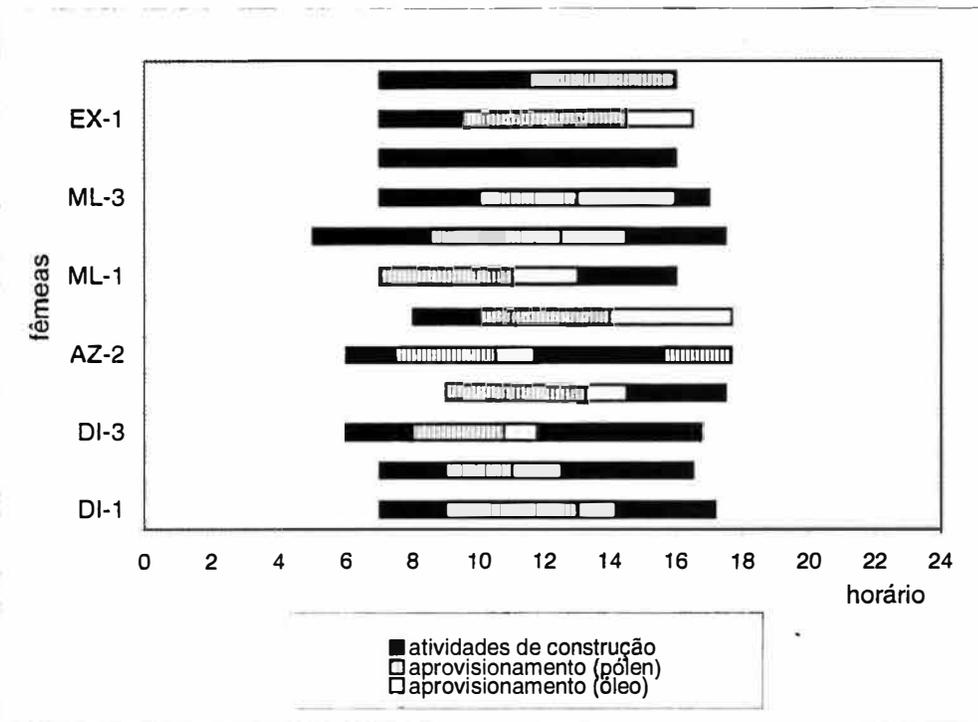


Fig. 2.7. Horários de início e término das atividades externas de fêmeas de *Centris trigonoides* em Monte Santo (BA).

Comportamento de *Coelioxys* sp. em ninhos de *Centris trigonoides*

Em Monte Santo foram identificadas três espécies de *Coelioxys* parasitando os ninhos de *C. trigonoides*: *Coelioxys (Glyptocoelioxys)* sp., *Coelioxys (Cyrtocoelioxys)* sp. e *Coelioxys (Neocoelioxys) assumptionis* Schrottky. Estas espécies são semelhantes morfológicamente e não puderam ser distingüidas no campo. Os indivíduos apresentavam comportamento similar e ocorreram simultaneamente na agregação estudada. As duas primeiras espécies parasitaram com sucesso um mesmo ninho (51DI), a partir do qual emergiram um macho da primeira e uma fêmea da segunda espécie.

Durante o período de observações, foram registradas 45 entradas de *Coelioxys* sp. nos ninhos. Os parasitas sobrevoavam as cavidades entre 08:30 e

15:00h. Geralmente não eram vistos em dias nublados ou chuvosos, ou em temperaturas mais baixas que 27°C.

A atividade das fêmeas parasitas na área iniciava-se com um sobrevôo longo, durante o qual faziam uma avaliação visual das cavidades, provavelmente para identificar os ninhos em fase de provisionamento. Durante esta etapa, o parasita passava a maior parte do tempo pairando próximo às entradas das cavidades e ocasionalmente entrava em algum ninho rapidamente, quase sempre na ausência da fêmea de *C. trigonoides*.

As entradas dos parasitas nos ninhos podiam ser muito rápidas (5 a 35 segundos), tempo suficiente para inspecionar a quantidade de pólen existente na célula, ou relativamente longas (de 1,5 a 11 minutos) (fig. 2.8), durante as quais presume-se que houve oviposição do parasita, pois tais visitas ocorreram quando as células já tinham pelo menos três cargas de pólen estocadas (Tabela 2.6). O mesmo ninho recebeu um máximo de 5 visitas no mesmo dia, e 7 em dias consecutivos, porém não foi possível saber se todas as visitas foram feitas pelo mesmo indivíduo.

O processo de parasitismo pode ser descrito através das seguintes etapas: 1) Ronda – sobrevôo de cavidades; 2) Inspeção – entradas rápidas para avaliação da quantidade de pólen; 3) Espera – o parasita permanecia pousado próximo à entrada do ninho; 4) Ataque – o parasita entrava no ninho quando a quantidade de pólen depositada na célula já era suficientemente grande e provavelmente realizava a oviposição.

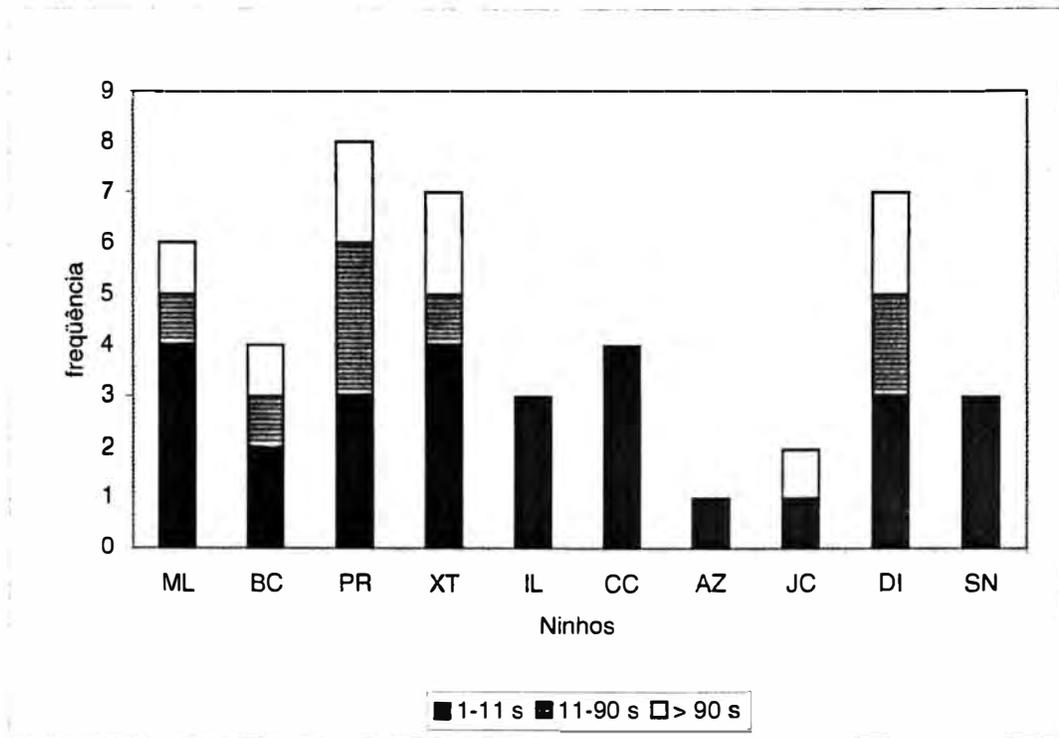


Fig. 2.8. Tempo (em segundos) de permanência de *Coelioxys* sp. no interior de ninhos de *Centris trigonoides*, em Monte Santo (BA). [1-11 segundos: permanência de curta duração; 11-90 segundos: permanência de média duração; > 90 segundos: permanência de longa duração].

Tabela 2.6. Tempo (em minutos) de permanência de *Coelioxys* sp. no interior de ninhos de *Centris trigonoides*, em casos de provável oviposição do parasita, em Monte Santo (BA).

Data do ataque	Horário de entrada	Ninho	Tempo (min.) no ninho	Cargas de pólen colocadas nas células	Data de emergência	Espécie do parasita
15-nov	11-12	4	1,5	5		
		ML				
24-nov	14-15	26BC	5,7	?		
25-nov	10-11	32PR	5	3-4	16/01/00	<i>C. (Glyptocoelioxys)</i> sp 1
25-nov	10-11	32PR	6	3-4		
27-nov	13-14	20XT	4	3		
28-nov	10-11	20XT	11	5		
31-jan	11-12	50JC	2,5	4		
1-fev	12-13	51DI	4	7	21/03/00	<i>C. (Glyptocoelioxys)</i> sp 1
2-fev	10-11	51DI	2	6	22/03/00	<i>C. (Cyrtocoelioxys)</i> sp 1
1a3-fev	?	SN	?	?	13/10/00	<i>C. (Cyrtocoelioxys)</i> sp 1

As fêmeas de *C. trigonoides* ocasionalmente perseguiram os parasitas que rondavam a área de nidificação, embora em alguns casos estes não se intimidavam e retornavam ao local. Outra estratégia de defesa de *C. trigonoides* era permanecer dentro do ninho por longos períodos entre duas viagens para obtenção de pólen, caso a fêmea se deparasse com algum parasita dentro de seu ninho (Tabela 2.7). Se os parasitas pousavam na entrada ou entravam nos ninhos quando a fêmea de *C. trigonoides* estava presente, saíam imediatamente.

Entretanto, ao sair do ninho, as fêmeas de *C. trigonoides* não tinham uma boa percepção da presença de parasitas nas proximidades. Em vários casos, o parasita ficava voando nas proximidades do ninho ou pousado em locais distantes de 5 a 15 cm da entrada do ninho aguardando a saída da fêmea *C. trigonoides*, que não notava sua presença; logo que a fêmea saía para o campo, o parasita entrava no ninho. A postura do parasita (completamente imóvel e com as asas dobradas sobre o abdome), juntamente com a coloração críptica, tornava difícil o seu reconhecimento quando pousado na madeira onde os ninhos estavam localizados. O tempo de espera do parasita variou de 2 a 110 minutos, depois do qual ele abandonava a área ou entrava no ninho (Tabela 2.8).

Tabela 2.7. Tempo (em minutos) de permanência de fêmeas de *Centris trigonoides* em seus ninhos após encontrarem parasitas no interior deles, em Monte Santo (BA).

Tempo (min.)	Frequência
0-20	1
21-40	2
41-60	1
61-80	1
80-120	1

Tabela 2.8. Tempo (em minutos) que os parasitas *Coelioxys* sp. permaneceram pousados próximo a ninhos de *Centris trigonoides* e tempo de permanência dos parasitas no interior dos ninhos de *C. trigonoides*, em Monte Santo (BA).

Ninho	Tempo (min.) que os parasitas permaneceram pousados	Tempo (min.) que os parasitas permaneceram no interior dos ninhos
4ML	17	0,08
4ML	23	0,05
26BC	4	5
32PR	7	11
20XT	2	0,08
46IL	2	0,12
46CC	18	X
50MM	19	X
50MM	45	X
50MM	110	X
50MM	9	X
50MM	55	X
35BB	14,5	3
52SN	44	X
52SN	4,2	X
52SN	20,8	X

X: o parasita não entrou no ninho

Alguns ninhos foram visitados por *Coelioxys* sp. em dias consecutivos. Algumas vezes, imediatamente após a entrada de uma fêmea no ninho, um indivíduo de *Coelioxys* sp. pousava na entrada e permanecia alguns segundos. Em duas ocasiões foram vistos dois parasitas entrando no mesmo ninho, ao mesmo tempo, ou logo após a saída do outro. Não foram observadas interações agressivas entre os parasitas. Algumas vezes foi observado um indivíduo imóvel em posição de espera (pousado com as asas dobradas sobre o abdome), enquanto outro voava poucos centímetros acima dele, sobrevoando as entradas dos ninhos.

Comportamento de machos

Os machos de *C. trigonoides* voavam agitadamente na nidificação, no período vespertino. Alguns foram observados utilizando cavidades da área de nidificação para se abrigar nas horas mais quentes do dia e para passar a noite. Este pode ter sido o local de emergência de alguns deles, pois há indícios de que o local venha sendo re-utilizado por várias gerações.

Além de utilizar as cavidades como dormitório, é provável que estes sejam locais de refúgio para os machos contra as elevadas temperaturas vespertinas, que podem atingir até 43°C (26/03/2000) no começo da tarde, enquanto na área de nidificação, um local sombreado por telhado de alvenaria, a temperatura máxima diária foi 30,3°C. A temperatura máxima mais elevada na área de nidificação foi 38,3°C, registrada em 27/11/2000. Os machos chegavam à área de nidificação entre 13:30 e 16:30h e sobrevoavam rapidamente cavidades situadas nas margens da área. Em uma cavidade foi verificada a presença de pelo menos três machos simultaneamente, indicando serem estes abrigos coletivos. Os machos abandonavam as cavidades na manhã seguinte, entre 09:30 e 10:30 h. Em um dos casos, foi observado o retorno de um macho por dois dias consecutivos à mesma cavidade e em outro caso, machos de espécies diferentes (*C. trigonoides* e *C. tarsata*) utilizando a mesma cavidade para passar a noite.

DISCUSSÃO

Construção e Estrutura dos ninhos

Assim como as outras espécies do subgênero *Hemisiella*, *C. trigonoides* utiliza areia para moldar as células no interior de cavidades. O comportamento de construção da célula e operculação foi semelhante ao descrito para *C. vittata* (Pereira, 1997). Similarmente ao observado em muitas espécies deste subgênero, as fêmeas de *C. trigonoides* utilizam óleo na construção das células, misturando-o à areia para construí-las, para revesti-las internamente, assim como no revestimento externo da parede de fechamento do ninho. Além disso, o óleo umedece os pêlos da escopa, facilitando o transporte da areia. Vinson *et al.* (1996) sugeriram que fêmeas de espécies que nidificam em cavidades usam óleo para promover

aderência da serragem de madeira ou da areia às suas pernas, para facilitar o transporte destes materiais até o ninho.

Pouco é conhecido sobre o tempo gasto pelas fêmeas de *Centris* para construir e aprovisionar uma célula e para concluir um ninho. As diferenças inter-específicas no tempo de construção devem estar relacionadas com fatores como a profundidade dos ninhos (Vinson & Frankie, 1988) e tipo de substrato, nas espécies que escavam o solo. Para as espécies que nidificam em cavidades preexistentes, as condições climáticas, o tamanho da fêmea (relacionado com a quantidade de material necessária para a construção e aprovisionamento de uma célula e com a capacidade de carga) e a distância das fontes de material e alimento, provavelmente devem ser fatores importantes.

Também têm sido descritas variações em nível intra-específico, no tempo gasto para a conclusão de uma célula. Em *C. trigonoides* foi necessário geralmente de 1 a 1 ½ dia para concluir uma célula. *Centris analis*, uma espécie de porte similar a *C. trigonoides*, conclui a maioria (61%) das células em um dia, mas podem ser necessários até 5 dias para fazê-lo (Jesus, 1995). *Centris vittata*, uma espécie maior que *C. trigonoides*, gasta de dois a três dias para concluir uma célula, sendo o primeiro dia geralmente destinado à construção e o segundo ao aprovisionamento, oviposição e fechamento da célula (Pereira, 1997). A variação no número de células completadas por dia esteve relacionada com o tamanho da fêmea em *Chalicodoma sicula* (Megachilidae), pois as fêmeas maiores faziam viagens de forrageamento significativamente mais longas do que fêmeas menores, gastando menos tempo para aprovisionar uma célula (Willmer, 1986).

O tempo que uma fêmea de *Centris* gasta para concluir um ninho também apresenta muita variação inter e intra-específica além de, dentre vários fatores, depender do número de células construídas por ninho. Dentre as espécies que escavam o solo e apresentam ninhos com uma só célula, *C. aethiocesta* concluiu um ninho em um dia, *C. flavofasciata* levou 1 ½ dia e *C. flavifrons*, de 3 a 4 dias (Vinson & Frankie, 1988). Quanto às espécies que nidificam em ninhos-armadilha, *C. analis* gastou, em média, 2,5 dias para concluir ninhos com uma única célula, 3,9 dias para ninhos com duas células, 4,9 dias para ninhos com três células e 8,6 dias para ninhos com quatro células (Jesus, 1995) e *C. vittata* gasta de 3 a 13 dias (Pereira, 1997). As observações para *C. trigonoides* sugerem que de 4 a 12 dias são necessários para concluir um ninho.

A construção de um anel de areia na abertura da célula, o qual representa os primórdios do opérculo, como observado em *C. trigonoides*, foi também registrado para duas outras espécies que nidificam em ninhos-armadilha, *C. analis* (Jesus, 1995) e *C. vittata* (Pereira, 1997). Nestas três espécies, o material depositado dentro do ninho é suficiente para o fechamento completo da célula imediatamente após a oviposição. Isto representa uma proteção adicional contra o ataque de predadores e parasitas.

A parede de fechamento do ninho de *C. trigonoides* é recoberta externamente com uma substância oleosa, similarmente ao observado em outras espécies do gênero, que nidificam em cavidades, tais como *C. bicornuta*, *C. vittata* e *C. analis* (Vinson *et al.*, 1996; Pereira *et al.*, 1999; Jesus & Garófalo, 2000). O comportamento de deposição deste material em *C. trigonoides* foi semelhante àquele descrito por Vinson *et al.* (1996) para *C. bicornuta*. De acordo com esses autores, a fêmea traz um líquido incolor na escopa, que é removido na entrada do ninho, adiciona um regurgitado e esfrega a extremidade do abdome sobre o material até que ele adquira a consistência de uma maionese. Em *C. trigonoides*, os movimentos rápidos das pernas posteriores e da extremidade do abdome sobre o óleo produzem consistência similar. O revestimento oleoso da parede externa do ninho parece ter função protetora. Gazola (1999) observou que *Leucospis cayennensis* (Hymenoptera, Leucospidae) demorava mais tempo para atacar os ninhos de *C. analis* cujo revestimento externo não estava ainda seco, o que causou a desistência de alguns parasitas de atacar o ninho. Em outra espécie, *C. bicornuta*, Vinson & Frankie (2000), observaram que ninhos com o revestimento oleoso sofriam menor taxa de parasitismo intra-específico, que é relativamente alto nesta espécie.

Provisões

A utilização de óleo no provisionamento de células de *Centris* tem sido discutida desde que Vogel (1974) sugeriu que estas abelhas substituiriam o néctar por óleos florais como alimento larval. Simpson *et al.* (1977) analisaram o conteúdo de células de *C. trigonoides* e concluíram que esta espécie não utiliza néctar e sim óleo, misturado ao pólen para provisionar seus ninhos. Vinson *et al.* (1997) analisaram o conteúdo líquido das provisões de outras quatro espécies de *Centris* (*C. adanae*, *C. flavifrons*, *C. flavofasciata* e *C. aethyctera*) e concluíram que estas

espécies também substituem o néctar pelos óleo florais como fonte de alimento das larvas. Por outro lado, Vinson *et al.* (1996) não detectaram a presença de lipídeos no líquido depositado sobre a massa de pólen nas células de *C. bicomuta*, que consistia de carboidratos, indicando o uso apenas de néctar no aprovisionamento. Neff & Simpson (1981) registraram a presença tanto de néctar quanto de óleo nas provisões de *C. maculifrons*.

Observando o comportamento de aprovisionamento das células, Jesus (1995) concluiu que *C. analis* adiciona apenas néctar ao pólen. A fêmea faz viagens para coletar exclusivamente néctar, após o término da deposição do pólen. Nesta espécie o óleo é utilizado para revestir internamente a célula e sua coleta é feita antes do início do forrageamento por pólen, após a construção da célula. Todavia, não foi descartada a possibilidade da presença de óleo no alimento larval, já que este pode ser levado misturado com a carga de pólen na escopa, conforme relatado para *C. brethesi* (Simpson *et al.*, 1990).

Usando um método similar ao de Jesus (1995), Pereira (1997) concluiu que *C. vittata* utiliza néctar e óleo para aprovisionar os ninhos, sendo o néctar coletado na mesma viagem na qual a fêmea obtém pólen e descarregado antes deste. As viagens para obtenção de óleo, o qual é depositado na superfície das provisões, são realizadas após a conclusão do forrageamento de pólen e néctar. Embora Simpson *et al.* (1977) tenham afirmado que *C. trigonoides* não adiciona néctar às provisões, o comportamento das fêmeas ao retornar das viagens de coleta de pólen foi similar ao descrito para *C. vittata* e outras espécies que coletam pólen e néctar na mesma viagem: ao retornarem do campo, as fêmeas entram no ninho e permanecem por algum tempo com a cabeça dentro da célula, antes de girar o corpo para descarregar o pólen, uma posição que sugere descarga de néctar. Uma análise química das provisões é necessária para confirmar se esta espécie utiliza ou não néctar, junto com pólen e óleo.

O número de viagens necessárias para o aprovisionamento de uma célula de *C. trigonoides* variou tanto para pólen quanto para óleo. Essa variação pode, entre vários fatores, estar relacionada também com o sexo do indivíduo a ser produzido pois, de algumas células aprovisionadas com 5 cargas de pólen emergiram machos enquanto que de algumas células que receberam 7 ou 8 cargas de pólen emergiram fêmeas. Variações intra-específicas foram relatadas também em *Chalicodoma sicula* (Megachilidae) e foram atribuídas às diferenças no tamanho das fêmeas, pois as

menores necessitavam fazer um número de viagens maior porque carregavam menor carga (Willmer, 1986).

A duração das viagens para coleta de pólen também foi variável tanto para a mesma fêmea quanto entre fêmeas. Dentre os fatores que provavelmente influenciam o tempo gasto pela fêmea para retornar ao ninho com uma carga de pólen estão a distância entre o ninho e as fontes exploradas, as condições climáticas (especialmente a ocorrência de chuvas durante o período que a fêmea está no campo) e se ela visita plantas para alimentar-se de néctar em algumas viagens.

Padrão diário de atividade externa

O início e o término da atividade externa das fêmeas de *C. trigonoides* pareceram ajustar-se à duração do dia (fotofase). Por conseguinte, a duração do período de atividade sofreu variações mensais, relacionadas com as diferenças nos horários de nascer e pôr-do-sol. O tipo de atividade realizada pela fêmea no início da manhã também pareceu influenciar o horário de saída do ninho. As abelhas iniciavam a atividade externa mais cedo (logo após o nascer do sol) quando estavam trabalhando na construção do ninho e coletando areia, um recurso que não apresenta variações temporais de disponibilidade, do que quando saíam para coletar pólen. O forrageamento por pólen começava entre 07:30 e 08:00 h, o que deve estar relacionado com o horário de ântese das flores e liberação do pólen. A existência de um ritmo circadiano de coleta de pólen e néctar em abelhas solitárias ajustado com o ritmo circadiano de abertura das flores e anteras de *Ludwigia elegans* foi demonstrado por Gimenes *et al.* (1996).

De acordo com Heard & Hendrikz (1993), o horário de início da atividade de vôo de *Trigona carbonaria* (Apidae, Meliponini) em meses quentes foi determinado pela intensidade de luz, e pela temperatura em meses frios, enquanto que o final da atividade de vôo foi determinado pela intensidade de luz, tanto em meses quentes como frios. Segundo aqueles autores, estas foram as variáveis mais importantes que afetaram atividade de vôo de *T. carbonaria*, impondo limites abaixo dos quais a atividade de vôo cessou e acima deles, a atividade esteve significativamente correlacionada com ambas. Outros estudos têm indicado a importância da intensidade luminosa na determinação do período de atividade das abelhas.

Gimenes *et al.* (1993, 1996) apontaram o ciclo ambiental claro/escuro como principal sincronizador da atividade de forrageamento de *Tetraglossula bigamica* e *Pseudagapostemon braziliensis*, enquanto a temperatura seria um sincronizador secundário ou um agente mascarador.

Os machos exibiram um padrão diário de atividades distinto, pois há indícios de que a atividade externa deles tinha início mais tarde (pelo menos duas horas) que a das fêmeas, e terminava mais cedo. Diferenças nos padrões temporais de atividade entre sexos foram relatadas para outras abelhas solitárias, com as fêmeas iniciando as atividades nas flores mais cedo que os machos (Gimenes *et al.*, 1993).

Parasitismo

Alguns estudos têm demonstrado que diferentes espécies de *Coelioxys* apresentam padrões comportamentais bastante similares, inclusive quando atacando hospedeiros diferentes. Neste estudo, as três espécies de *Coelioxys* tiveram comportamentos semelhantes, incluindo a facilidade de retornar aos ninhos previamente visitados, a entrada nos ninhos na ausência da fêmea hospedeira, a realização da oviposição apenas durante a fase de provisionamento das células, a espera nas proximidades do ninho do hospedeiro e as entradas sucessivas e geralmente rápidas para inspeção da quantidade de pólen no mesmo ninho. Observações similares foram feitas em *Coelioxys* sp. atacando ninhos de *C. analis* (Gazola, 1999) e de *Megachile* (Graenicher, 1905; 1927; Michener, 1953).

Neste estudo foi observado uma fêmea de *C. trigonoides* entrar no ninho e imediatamente um indivíduo de *Coelioxys* pousar na entrada daquele ninho, o que pode ter sido uma tentativa de memorização da localização de um ninho em provisionamento. Foi anteriormente sugerido que *Coelioxys* podia localizar um ninho seguindo o hospedeiro ou através de odores (Latter, 1906 *apud* Mitchell, 1973). Krombein & Norden (1995) encontraram indícios de que *Coelioxys galactiae* podia seguir seu hospedeiro (*Megachile brimleyi*).

O tempo de permanência de *Coelioxys* sp. dentro dos ninhos de *C. trigonoides* foi bastante variável. As entradas mais rápidas provavelmente tiveram propósito de avaliar se a quantidade de pólen depositada no ninho era adequada para a realização da oviposição, enquanto nas entradas mais longas deve ter havido a oviposição. De acordo com Gazola (1999), o tempo decorrido entre a entrada e a saída de *Coelioxys* sp. nos ninhos de *C. analis* deve ser gasto em duas atividades:

a oviposição em si, e depois disso, o parasita ainda permanece de 1 a 12 minutos dentro do ninho, arrumando a massa de pólen, provavelmente para que a fêmea de *C. analis* não perceba a presença do ovo dele.

Uma peculiaridade interessante de várias espécies de *Coelioxys* é a realização de múltiplas oviposições em uma única célula, que podem ser feitas pelo mesmo indivíduo ou por indivíduos diferentes (Graenicher, 1927; Gazola, 1999). Neste estudo foram observadas visitas relativamente longas, de mais de uma fêmea de *Coelioxys* sp a uma mesma célula de *C. trigonoides*, sendo provável que tenha havido oviposição de ambas. Há relatos de 3, 4 e 5 ovos de *Coelioxys quadridentata*, *C. rufitarsis* e *C. ribis*, respectivamente, postos por célula hospedeira (Graenicher, 1905; 1927). Quando várias larvas de *Coelioxys* estão presentes na mesma célula, elas lutam entre si, usando suas mandíbulas muito desenvolvidas, de modo que apenas uma sobrevive (Graenicher, 1927). Gazola (1999) sugeriu que, no caso da mesma fêmea colocar vários ovos na mesma célula, poderia haver aumento na chance de sobrevivência de uma cria de parasita, já que a fêmea hospedeira (*C. analis*) apresentava comportamentos que diminuía a viabilidade dos ovos do parasita, como remexer a massa de pólen se ela encontrasse um parasita dentro de seu ninho ou um ovo daquele na célula em provisionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA, 1994. Centro de Estatísticas e Informações. **Informações Básicas sobre os municípios baianos**. Região Nordeste. Salvador, Brasil. p.498-500.
- COVILLE, R.E., FRANKIE, G.W. & VINSON, S. B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. **J. Kansas Entomol. Soc.** **56**(2):109-122.
- FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B.; NEWSTROM, L.; & BARTHELL, J.F. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica** **20**(4):301-310.
- GAZOLA, A.L. 1999. **Parasitismo em populações de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Centridini) com especial referência ao comportamento de *Leucospis cayannensis* (WestWood, 1839) (Hymenoptera, Chalcidoidea, Leucospidae)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 77 p.
- GRAENICHER, S. 1905. Some observations on the life history and habits of parasitic bees. **Bull. Wis. Nat. Hist. Soc.** **3**:153-167.
- GRAENICHER, S. 1927. On the biology of the parasitic bees of the genus *Coelioxys* (Hymenoptera: Megachilidae). **Entomol. News** **38** (8):231-235.
- GIMENES, M.; BENEDITO-SILVA, A.A. & MARQUES, M.D. 1993. Chronobiologic aspects of a coadaptative process: the interactions of *Ludwigia elegans* flowers and its more frequent bee visitors. **Chronobiol. Int.** **10**:20-30.
- GIMENES, M.; BENEDITO-SILVA, A.A. & MARQUES, M.D. 1996. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans* (Onagraceae). **Biol. Rhythm Res.** **27**(3):281-290.
- HEARD, T.A. & HENDRIKZ, J.K. 1993. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). **Aust. J. Zool** **41**:343-353.
- JESUS, B.M.V. 1995. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 69p.
- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** **31**: 503-515.

- KROMBEIN, K.V. & NORDEN, B. B. 1995. Notes on the behavior and taxonomy of *Megachile (Xeromegachile) brimleyi* Mitchell and its probable cleptoparasite, *Coelioxys (Xerocoelioxys) galactiae* Mitchell (Hymenoptera: Megachilidae). **Proc. Entomol. Soc. Wash.** **97**: 86-89.
- MICHENER, C.D. 1953. The biology of a leafcutter bee (*Megachile brevis*) and its associates. **Univ. Kansas Sci. Bull.** **35**, pt III (16): 1659-1747.
- MITCHELL, T.B. 1973. **A subgeneric revision of the bees of the genus *Coelioxys* of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae)**. Raleigh, North Carolina, North Carolina State University, 129p.
- MORATO, E.; GARCIA, M.V.B. & CAMPOS, L.A.O. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** **16**(4):1213-1222.
- NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1981. Oil-collecting structures in Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **J. Kansas Entomol. Soc.** **54**(1):95-123.
- PEREIRA, M. 1997. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Apinae: Centridini)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 85p.
- 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.
- SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L. & SEIGLER, D.L. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil collecting bees. **Nature** **267**:150-151.
- SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L. & DIERINGER, G. 1990. The production of floral oils by *Monttea* (Scrophulariaceae) and the function of tarsal pads in *Centris* bees. **PI. Syst. Evol.** **173**:209-222.
- VIANA, B.F. 1999. A comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** **28**(4):635-645.
- VIANA, B.F. 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. (no prelo). Biologia e Arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Neotropical Entomology** **30**(4)
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 1988. A comparative study of the ground nests of *Centris flavifrons* and *Centris aethiocesta* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Ent. Exp. Appl.** **49**:181-187.

- VINSON, S.B.; FRANKIE, G. W. & WILLIAMS, H.J. 1996. Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). **Florida Entomol.** **79**(2):109-129.
- VINSON, S.B.; WILLIAMS, H.J.; FRANKIE, G.W. & SHRUM, G. 1997. Floral lipids chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera, Apidae). **Biotropica** **29**(1):76-83
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 2000. Nest selection, usurpation, and a function for the nest entrance plug of *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** **93**(3):254-260.
- VOGEL, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Biene. **Akad. Wiss. Math.-Naturwiss. Kl. Trop. Pflanzenwelt** **7**:1-267.
- WILLMER, P.G. 1986. Foraging patterns and water balance: problems of optimization for a xerophilic bee, *Chalicodoma sicula*. **J. Anim. Ecol.** **55**:941-962.

Capítulo 3

**Biologia de nidificação de *Centris*
(*Centris*) *aenea* Lepeletier, 1841
(Hymenoptera, Apidae, Centridini).**

ABSTRACT

NESTING BIOLOGY OF *CENTRIS (CENTRIS) AENEA* LEPELETIER, 1841 (HYMENOPTERA, APIDAE, CENTRIDINI).

Cell construction, provisioning behavior, and nest architecture of *Centris aenea* are described. Nests were established in an area of Caatinga (Monte Santo, State of Bahia) and excavated in hard soil, covered by leaf litter in shade provided by bushes. Nest entrances were oval and measured 9 to 15 mm in diameter. The entrance was followed by a tunnel that descended obliquely. After a distance of 6 to 10 cm, tunnels assumed a perpendicular orientation for 9 to 15 cm. At the end of the tunnels there were two or three cells orientated vertically, and arranged in linear series. The cells were located about 9-22 cm from the surface. The cells were urn-shaped, and measured 10-15 mm wide and 19-30 mm long on the outside. The cell cap had a hollow central process folded over to one side. Provisioning took from 3 to 3.5 hr, and required 5 pollen-collecting and 2 oil-collecting trips. Pollen-collecting trips lasted an average 33.6 ± 6.4 min. ($n = 5$) for provisioning one cell and 20.8 ± 2.8 min. ($n = 5$) for a second cell. *Centris aenea* exploited *Chamaecrista pascuorum* (Caesalpinaceae) as its principal pollen source, and *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae) as its principal oil source while several other plants were visited for nectar. Nesting activity was most intense during October but the nesting season appears to range at least from October to April. The architecture of *C. aenea* nests shared several features with the nests of other species of the subgenera *Centris*, *Ptilotopus*, and *Paracentris*, such as unbranched tunnel. Nests of *C. aenea* were most similar to those of *C. aethyctera*. The construction of shallow nests, apparently characteristic of all *Centris* species nesting in horizontal surfaces, containing several cells and located near food sources probably contribute to the success of the female's reproductive efforts.

KEY WORDS: solitary bees, nest architecture, nesting behavior, provisioning, soil nests.

RESUMO

O comportamento de construção e provisionamento das células e a arquitetura dos ninhos de *Centris aenea* foram descritos. Os ninhos foram estabelecidos em uma área de caatinga (Monte Santo, BA) e escavados em solo firme, coberto por folhiço, à sombra de arbustos. A entrada era oval e media de 9 a 15 mm de diâmetro. Seguia-se à entrada um túnel não ramificado, que descia obliquamente e após uma distância de 6 a 10 cm assumia uma orientação perpendicular por 9 a 15 cm. No final do túnel encontravam-se duas ou três células orientadas verticalmente e arranjadas em série linear. As células estavam situadas de 9 a 22 cm de profundidade. As células tinham forma de urna e apresentavam largura externa máxima de 10 a 15 mm e altura de 19 a 30 mm. O opérculo tinha uma projeção central, oca e curvada para um dos lados. O provisionamento durou de 3 a 3,5 h, sendo necessárias 5 viagens para a coleta de pólen e 2 para coleta de óleo, para provisionar uma célula. A duração média das viagens para coleta de pólen foi $33,6 \pm 6,4$ min (n=5) em uma célula e $20,8 \pm 2,8$ min (n=5) em outra. *Centris aenea* explorou *Chamaecrista pascuorum* (Caesalpiniaceae), sua principal fonte de pólen e *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae), principal fonte de óleo, enquanto várias outras plantas foram visitadas para néctar. A atividade de nidificação foi mais intensa em outubro, mas a estação de nidificação parece estender-se pelo menos de outubro a abril. A arquitetura dos ninhos de *C. aenea* apresentou vários aspectos comuns com aqueles de outras espécies dos subgêneros *Centris*, *Ptilotopus* e *Paracentris*, especialmente o túnel não ramificado na maior parte de sua extensão. Os ninhos de *C. aenea* foram mais semelhantes aos de *C. (C.) aethyctera*. A construção de ninhos rasos, aparentemente característico de todas as espécies de *Centris* que nidificam em superfícies horizontais, contendo várias células e localizados próximos às plantas fornecedoras de alimento, provavelmente contribui para o sucesso do esforço reprodutivo das fêmeas.

PALAVRAS-CHAVE: abelhas solitárias, arquitetura dos ninhos, comportamento de nidificação, provisionamento, ninhos no solo.

INTRODUÇÃO

Pouco tem sido publicado a respeito das espécies sul-americanas de *Centris* que nidificam no solo. Há algumas observações sobre os ninhos de espécies em Trinidad [*C. (Melacentris) rufosuffusa* Cockerell e *C. (Ptilotopus) derasa* Lepeletier] (Vesey-Fitzgerald, 1939; Bennett, 1964; Callan, 1977), no Peru, Bolívia [*C. (Paracentris) austrani* Vach e *C. (Melacentris) furcata* Fabricius] (Janvier, 1955) e Chile [*C. (Paracentris) nigerrima* Spinola e *C. (Wagenknechtia) cineraria* Smith] (Claude-Joseph, 1926). Mais recente mente, foram realizadas investigações detalhadas sobre a biologia de nidificação de duas espécies chilenas, *C. (Xerocentris) mixta tamarugalis* Toro & Chiappa (Chiappa & Toro, 1994) e *C. (Wagenknechtia) rhodophthalma* (Pérez) (Chiappa *et al.*, 2000). No Brasil, foram descritos os ninhos de algumas espécies de *Centris* que nidificam no solo, como *C. (Centris) leprieuri* (Spin.) (Gottsberger *et al.*, 1988), *C. (Melacentris) dorsata* Lepeletier (Laroca *et al.*, 1993), *C. (Melacentris) collaris* Lepeletier e *C. (Trachina) fuscata* Lepeletier (Camillo *et al.*, 1993) e em termiteiros [*C. (Ptilotopus) sponsa* (Smith) (Pickel, 1928; Laroca *et al.*, 1993)].

De acordo com Coville *et al.* (1983), as espécies de *Centris (Centris)* nidificam exclusivamente no solo, principalmente em superfícies horizontais (Vinson & Frankie, 1977; 1988; 1991; Vinson *et al.*, 1987), mas também em superfícies verticais, como barrancos [*C. segregata* Crawford (Coville *et al.*, 1983)]. Embora *Centris* seja um dos maiores subgêneros, com 22 nomes específicos válidos, segundo Ayala (1998), apenas 8 espécies tiveram seus ninhos descritos: *C. aethyctera* Snelling (Vinson & Frankie, 1977; 1991), *C. segregata* (= *C. inermis* Friese) (Coville *et al.*, 1983), *C. decolorata* Lepeletier e *C. fasciata* Smith (Raw, 1984), *C. flavofasciata* Friese (Vinson *et al.*, 1987), *C. leprieuri* (Spin.) (Gottsberger *et al.*, 1988), *C. flavifrons* Fabricius e *C. aethiocesta* Snelling (Vinson & Frankie, 1988).

Centris (Centris) aenea Lepeletier é uma espécie de médio porte, com distribuição primariamente brasileira (Snelling, 1984). É encontrada em diversos habitats no Brasil, principalmente em formações vegetais abertas, como as caatingas (Martins, 1994; Carvalho, 1999; Viana, 1999a; Zanella, 2000), cerrados (Silveira & Campos, 1995), campos rupestres (Faria, 1994), dunas litorâneas (Albuquerque, 1998; Viana, 1999b), restingas (Silva & Martins, 1999) e também em mata secundária (Cure *et al.*, 1992). Os hábitos de nidificação desta espécie não

foram publicados previamente. Michener & Lange (1958) citaram a ocorrência de uma agregação em solo plano, em Porto Atlântida, Mato Grosso, Brasil. Neste trabalho apresentamos a descrição do ninho e o comportamento de nidificação de *C. aenea* em uma área de caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudos

Este trabalho foi realizado na Fazenda Bom Jesus, município de Monte Santo, nordeste da Bahia (10° 19' 29" S; 39° 13' 59" W). O clima da região é semi-árido tropical, com temperatura média de 23,6° C, mínima de 19,7° C e máxima de 28,6° C e pluviosidade anual de 657 mm (mínima de 295mm/ano e máxima de 1466 mm/ano) (Bahia, 1994). As chuvas ocorrem geralmente de abril/maio até setembro/outubro, intercaladas com períodos secos (junho e/ou julho), e pode ou não ocorrer chuva entre novembro e dezembro. O primeiro trimestre do ano é geralmente muito seco e há outros meses sem chuvas, intercalados com meses chuvosos (ver fig. 5.1, cap. 5). O início das atividades de nidificação de *C. aenea* foi precedido por um período de chuvas e várias plantas visitadas por *Centris* estavam florescendo neste período.

No local onde as observações foram realizadas, a vegetação é do tipo Caatinga Arbustiva Aberta e nas proximidades há fragmentos de Caatinga Arbórea. Predominam espécies arbustivas como *Melochia tomentosa* L. (Sterculiaceae), *Mcvaughia bahiensis* W.R. Anderson (Malpighiaceae) e *Chamaecrista pascuorum* (Benth.) Irwin & Barneby (Caesalpiniaceae) e há pequenas árvores, principalmente *Caesalpinia pyramidalis* Mart ex Tul. e *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby (Caesalpiniaceae), espalhadas pela área.

Métodos

De fevereiro de 2000 a junho de 2001, foram realizadas 7 excursões à Faz. Bom Jesus (em fevereiro, março, maio, outubro e dezembro de 2000, janeiro e junho de 2001), com o objetivo de localizar os sítios de nidificação e observar o comportamento de espécies de *Centris*. Fêmeas de *C. aenea* foram observadas

nidificando em outubro e dezembro de 2000. No começo de outubro, quando a atividade de nidificação era mais intensa, foram acompanhadas continuamente (05:00 às 18:00 h) as atividades de duas fêmeas, durante um e dois dias consecutivos. Paralelamente foram monitoradas as flores que fornecem importantes recursos para esta espécie. Foram localizados e escavados seis ninhos, ainda em construção; em três ninhos as células foram encontradas e foram realizadas medições e descrição da arquitetura.

RESULTADOS

Comportamento de construção do ninho

As duas fêmeas acompanhadas iniciaram a construção dos ninhos às 06:05 h e às 10:30 h. Enquanto selecionavam um local para nidificar, as fêmeas voavam a cerca de 10 cm do solo, principalmente sob os galhos de *Mcvaughia bahiensis*, a principal fonte de óleo para as espécies de *Centris* na área. As fêmeas pousavam algumas vezes sobre o folhíço e começavam a escavar o solo, levantando vôo após alguns instantes. O processo era repetido até que a fêmea escolhia o local definitivo e iniciava a escavação do ninho. O solo resultante da escavação do túnel era removido para o exterior, resultando na formação de um montículo de solo na entrada do túnel. Posteriormente, a fêmea espalhava o solo com as pernas posteriores, em uma única direção, enquanto se deslocava rapidamente para trás várias vezes seguidas.

O trabalho de escavação era alternado com viagens rápidas (6 a 7 min), em algumas das quais as fêmeas foram vistas tomando néctar em *Melochia tomentosa* nas proximidades do ninho. Na fase final de construção da célula, duas ou três viagens foram destinadas à obtenção de óleo, para revestir internamente as paredes da célula.

O primeiro dia de atividades era dedicado à escavação do túnel e construção da primeira célula. Durante este período, a fêmea fazia viagens curtas, mas permanecia a maior parte do tempo dentro do ninho, escavando (figs. 3.1; 3.7). No dia seguinte, iniciava o provisionamento da primeira célula e após a sua operculação, começava a construir outra. O tempo gasto apenas para a construção da célula foi aproximadamente 1 ½ hora.

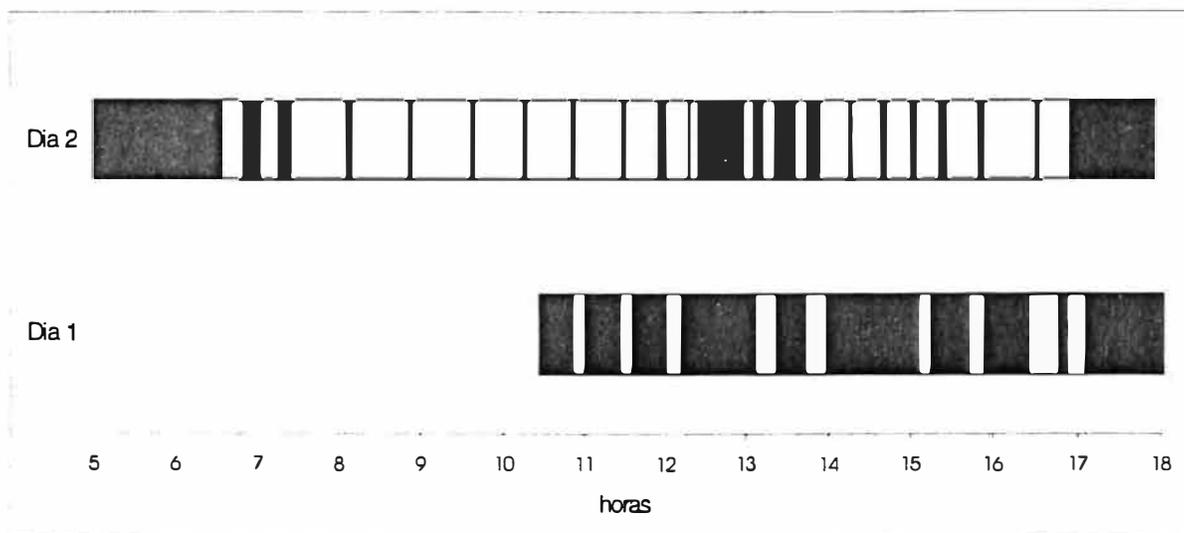


Fig. 3.1. Períodos de atividade dentro do ninho (barras pretas) e atividade externa (barras brancas) durante 2 dias, de uma fêmea de *Centris aenea* durante a nidificação.

As fêmeas observadas passaram a noite dentro dos ninhos. Ao entardecer, a entrada do ninho era fechada com solo, pequenos pedregulhos e fragmentos de gravetos, e permaneciam assim até a manhã seguinte.

Descrição do ninho de *Centris aenea*

Centris aenea nidificou em superfície horizontal, em solo argiloso, duro e compactado na camada superficial, mas que tornava-se mais solto e fácil de escavar após 5-7 cm de profundidade. Os ninhos (n = 6) foram estabelecidos próximos às plantas usadas como fonte de pólen (*C. pascuorum*) e óleo (*M. bahiensis*). Eles foram construídos em áreas sombreadas por arbustos e herbáceas, próximos às suas raízes, onde o solo era coberto por folhas e pequenos gravetos (fig. 3.2). Apenas um dos ninhos foi construído em solo exposto ao sol e sem cobertura de folhiço. Os ninhos não formavam agregação e distavam de 2 a 22 m do ninho mais próximo.

A entrada do ninho era oval a circular, medindo de 9 a 15 mm de diâmetro (n = 5), geralmente direcionada para o leste. Durante a construção, a entrada do ninho era facilmente visível pela presença de um montículo de solo acumulado em

um dos lados. Entretanto, a entrada podia estar escondida sob pedaços de madeira ou de gravetos. Seguia-se à entrada, um túnel sem ramificações, com diâmetro de 8 a 12 mm (n=4), geralmente inclinado (30 e 45°) em relação à superfície (figs. 3.3, 3.4). Após um curto trajeto oblíquo (6 a 10 cm), o túnel penetrava verticalmente no solo, estendendo-se por 9 a 15 cm, até as células. O túnel não recebeu qualquer revestimento. Um dos ninhos diferenciou-se dos demais por apresentar o túnel paralelo à superfície, a uma profundidade de 2 a 3 cm (fig. 3.5).

As células estavam arranjadas em série linear, no final da porção vertical do túnel. Elas tinham orientação vertical, porém o fundo de uma célula era levemente inclinado em relação ao opérculo da próxima célula. Entre duas células consecutivas, havia um pequeno espaço, de cerca de 2mm, preenchido por solo. A profundidade das células variou de 9 a 22 cm. Dos três ninhos escavados, dois tinham 2 e um tinha 3 células, porém nenhum deles havia sido concluído. A célula tinha forma de barril, arredondada na base e truncada no ápice (fig. 3.6). A superfície externa era rugosa, com partículas de solo aderidas, enquanto a superfície interna era lisa e apresentava um revestimento escuro e brilhante. A largura externa máxima da célula variou de 10 a 15 mm e a altura, de 19 a 30 mm (n= 4); a parede da célula era muito fina (1 mm) e facilmente quebrável. A célula era fechada por um opérculo que apresentava uma projeção central oca, de aproximadamente 3,6 mm de altura, curvada sobre si mesma. As paredes laterais da célula ultrapassavam ligeiramente o local do encaixe do opérculo na abertura dela, formando um colar de cerca de 1 mm de altura.

As provisões tinham consistência aparentemente sólida no fundo e na superfície havia uma camada de líquido transparente. Uma massa de pólen cor de laranja, com cerca de 8 mm de altura, ocupava o fundo da célula. O ovo de *C. aenea* encontrava-se na superfície do líquido, era cilíndrico e ligeiramente encurvado.



Fig 3.2 . Fêmea de *Centris aenea* entrando no ninho com carga de pólen na escopa.
(A) solo acumulado na entrada do ninho.

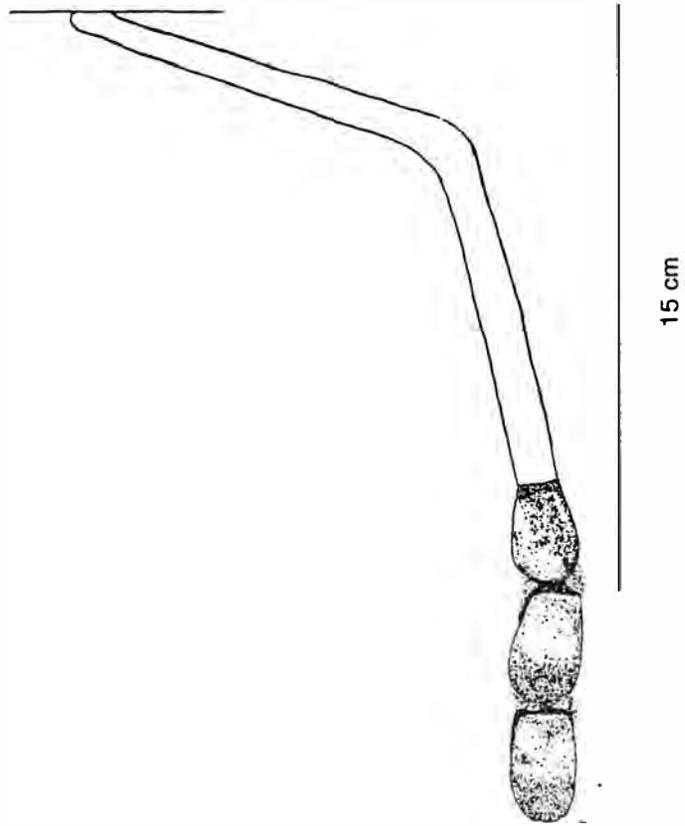


Fig. 3.3. Ninho de *Centris aenea* com três células (ninho III).

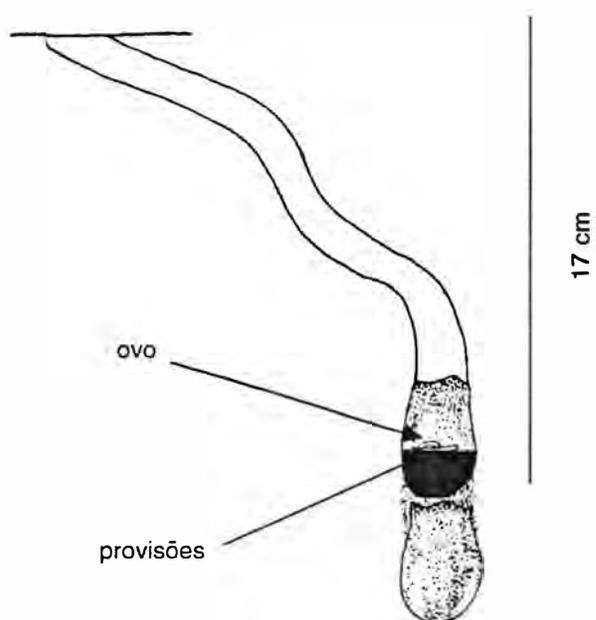


Fig. 3.4. Ninho de *Centris aenea* com duas células. A célula superior foi quebrada, expondo o ovo cilíndrico sobre as provisões (ninho V).

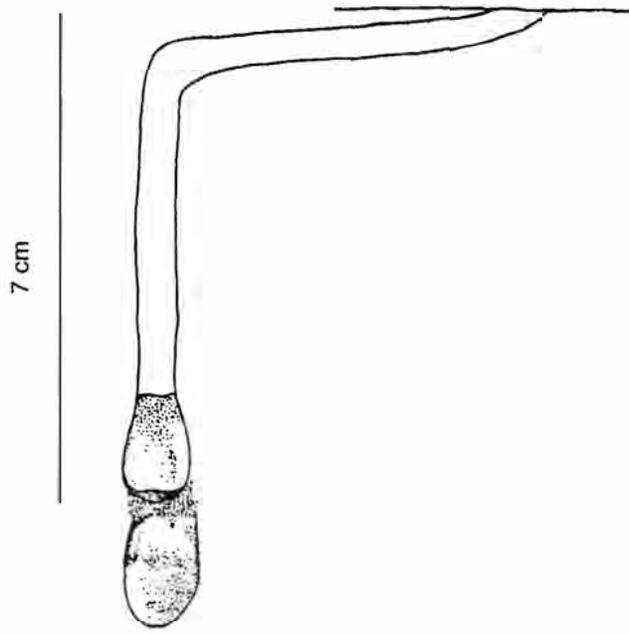


Fig. 3.5. Ninho de *Centris aenea* com duas células (ninho VI).

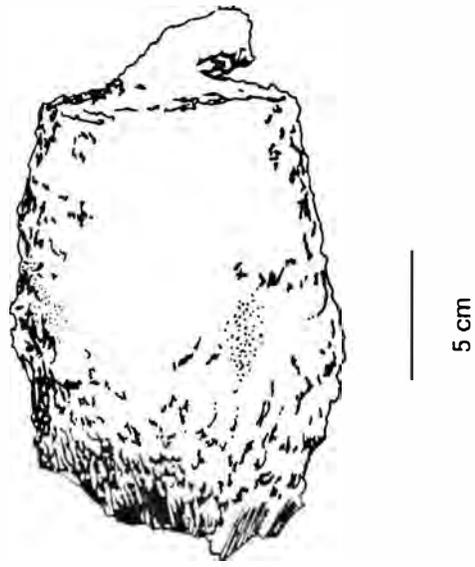


Fig. 3.6. Célula de *Centris aenea*

Aprovisionamento das células e visitas às flores

Foram acompanhadas as atividades de provisionamento de duas células da fêmea N2 (fig. 3.7). O provisionamento da primeira célula começou na manhã do segundo dia de atividades e, neste mesmo dia, a fêmea construiu e provisionou uma segunda célula. O processo de provisionamento da primeira célula durou cerca de 3,5 horas e o da segunda durou 3 horas. Nos dois casos, para provisionar uma célula foram necessárias 5 viagens para coletar pólen, seguidas de 2 viagens para coletar óleo. A duração média das viagens para obtenção de pólen foi de $33,6 \pm 6,4$ minutos, na primeira célula (variação de 33 a 42 min, $n = 5$), e de $20,8 \pm 2,8$ minutos na segunda (variação de 17 a 22 minutos, $n = 5$). O tempo de permanência dentro do ninho após trazer uma carga de pólen era cerca de 3 minutos (fig. 3.7).

A atividade externa de *C. aenea* começava entre 05:00-06:30 h, iniciando-se com a remoção do material usado para fechar a entrada do ninho durante a noite. As fêmeas foram vistas visitando flores das 05:00 às 17:25 h, em alguns casos, de 10 a 15 minutos antes do nascer do sol. O término da atividade externa ocorria por volta de 17:00 e 17:25 h, cerca de 15 minutos antes do pôr-do-sol.

As fontes de néctar utilizadas por *C. aenea* em Monte Santo pertenciam a diversas famílias botânicas: Sterculiaceae (*Melochia tomentosa*), Fabaceae (*Zornia brasiliensis* Vog., *Chaetocalyx scandens* (L.) var. *pubescens*), Mimosaceae (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir., *Chloroleucon foliolosum* (Benth.) G.P. Lewis), Caesalpiniaceae (*Caesalpinia pyramidalis* Mart ex Tul.), Flacourtiaceae (*Xylosma cf. ciliatifolium* (Clos.) Eichl) e Oxalidaceae (*Oxalis psoralioides* H.B.K.). A única fonte de pólen registrada foi *Chamaecrista pascuorum* (Benth.) Irwin & Barneby (Caesalpiniaceae) e a de óleo foi *Mcvaughia bahiensis* W.R. Anderson (Malpighiaceae).

As primeiras visitas registradas (05:00 – 05:15 h) foram em plantas que forneciam néctar ou óleo (05:05-05:20 h), enquanto a coleta de pólen ocorreu a partir de 05:35 h (em *C. pascuorum*). Foi observada a presença de uma pequena quantidade de óleo nas escopas de algumas fêmeas capturadas ao pousarem nas flores de *C. pascuorum*, o que sugere que elas visitavam flores de *M. bahiensis*, umedecendo a escopa com óleo, antes de iniciar a coleta de pólen. Além disso, várias fêmeas chegaram para coletar óleo em *M. bahiensis* com as escopas cheias de pólen, o que indica que ocorre forrageamento por pólen e óleo, em plantas diferentes, na mesma viagem.

As fêmeas foram observadas coletando óleo em *M. bahiensis* entre o início de outubro e o final de março, enquanto nos meses de maio (2000) e junho (2001), nenhuma fêmea foi vista em atividade nas flores daquela planta, o que sugere que seu período de nidificação ocorre na primavera e verão.

A atividade de coleta de óleo em *M. bahiensis* iniciou-se logo após o nascer do sol e foi mais intensa no período da manhã. Nas primeiras horas da tarde, período mais quente do dia, o número de visitas diminuiu. Entre 15:00 e 17:00 h houve um ligeiro aumento no número de fêmeas coletando óleo e a, partir das 17:00 h, o número de visitas foi bastante reduzido (fig. 3.8).

Cada fêmea visita várias plantas em uma mesma viagem de forrageamento, geralmente explorando plantas vizinhas, e o número de flores visitadas em cada planta de *M. bahiensis* variou de 1 a 393. O intervalo decorrido entre a saída de uma fêmea do ninho para coletar óleo e o seu retorno variou de 16 a 42 minutos (n= 5).

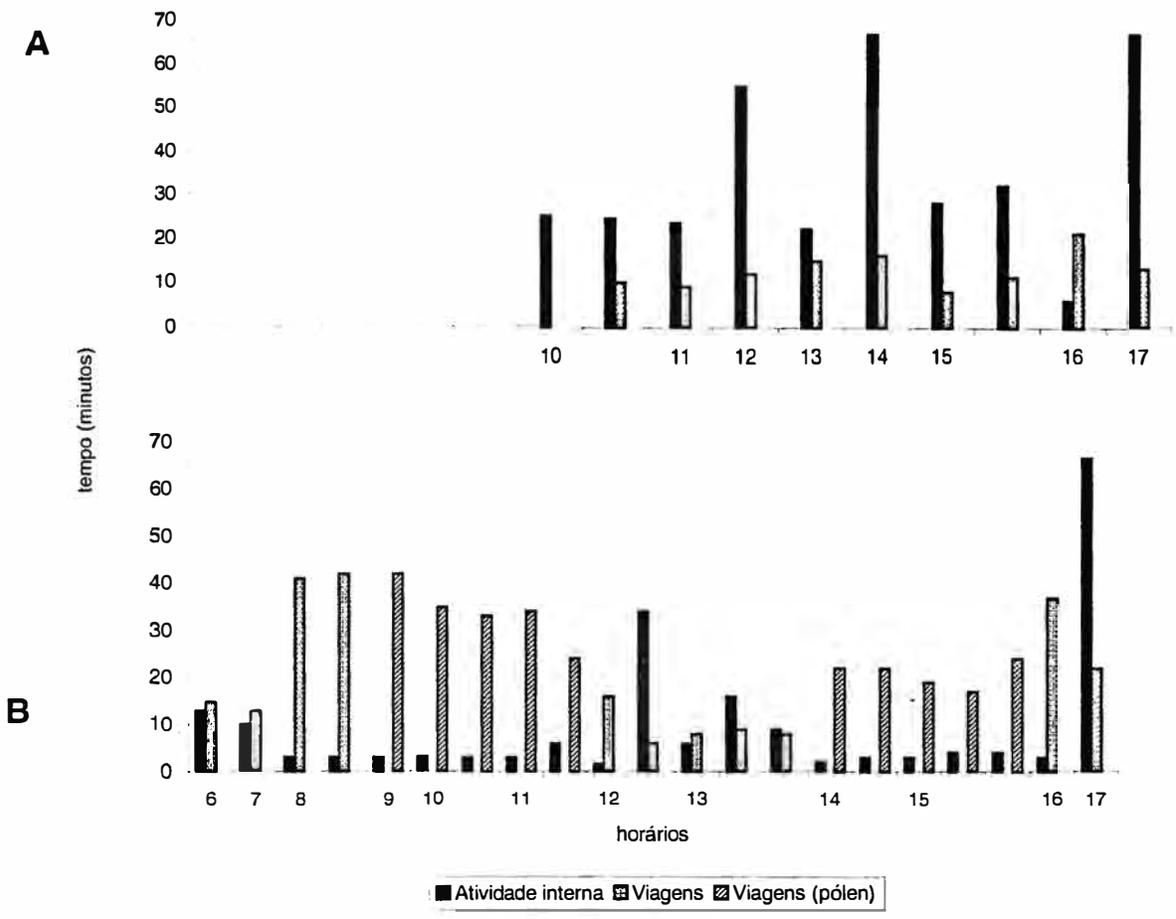


Fig. 3.7. Duração (em minutos) dos processos de construção e aprovisionamento do ninho por uma fêmea de *Centris aenea*. **A**: 1º dia de observação, **B**: 2º dia.

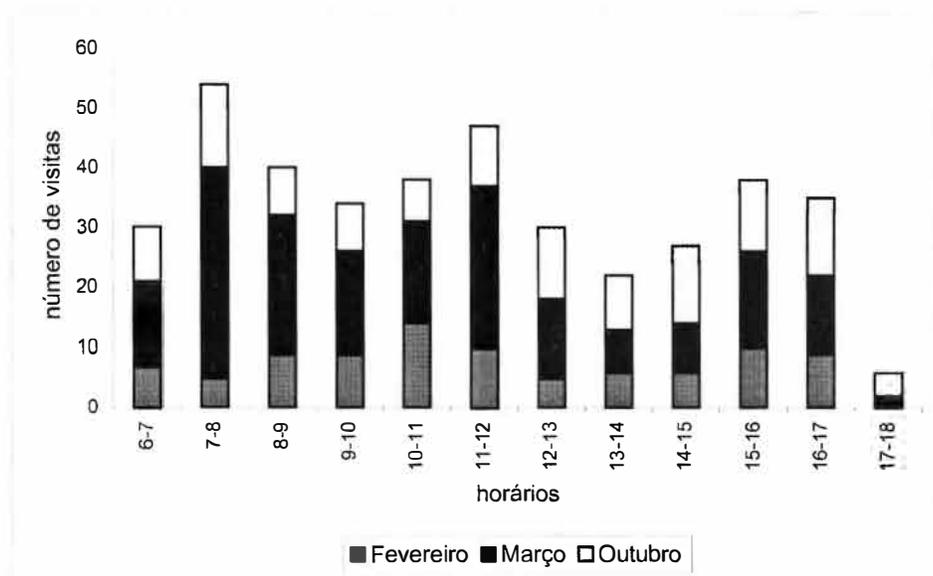


Fig. 3.8. Padrão temporal de atividade de coleta de óleo de *Centris aenea* em flores de *Mcvaughia bahiensis*, em Monte Santo (BA).

DISCUSSÃO

Centris aenea apresenta vários aspectos comuns com as outras espécies de *Centris* que nidificam no chão, tais como: ninhos rasos [geralmente as células de *Centris* são encontradas de 4 a 25 cm de profundidade, embora as de *C. lepreuri* possam estar situadas a 1,5 m de profundidade (Gottsberger, 1988)]; túneis com paredes de textura grossa, semelhante a do substrato, sem qualquer revestimento; células em forma de urna ou barril, constituídas por partículas de solo aglutinadas por uma substância cimentante, com a superfície externa rugosa e a interna lisa, revestida por uma substância oleosa, resinosa ou cerosa; presença de um processo central na superfície externa do opérculo, observado na maioria das espécies que nidificam no solo (Alcock *et al.*, 1976; Vinson & Frankie, 1977; 1988; Coville *et al.*, 1983; Vinson *et al.*, 1987; Rozen & Buchmann, 1990; Laroca *et al.*, 1993; Camillo *et al.*, 1993).

A construção dos ninhos em locais sombreados confere proteção contra a insolação direta, importante em um ambiente quente como a caatinga. A

característica de nidificar em substrato coberto por folhiço, gravetos e outros detritos é compartilhada com *C. aethiocesta* (Vinson & Frankie, 1988) e *C. flavofasciata* (Vinson *et al.*, 1987), diferentemente de várias outras espécies deste gênero, que escavam seus ninhos em solo descoberto. A disposição das células em série linear é compartilhada com espécies dos subgêneros *Ptilotopus* [*C. sponsa* (Laroca *et al.*, 1993), *C. derasa* (Vesey-Fitzgerald, 1939; Bennett, 1964)] e *Paracentris* [*C. autrani* (Janvier, 1955)], que nidificam no solo, além de espécies de *Hemisiella* (*C. vittata*) (Pereira *et al.*, 1999) e *Heterocentris* (*C. analis*) (Jesus & Garófalo, 2000), que nidificam em ninhos-armadilha.

As espécies do subgênero *Centris* cujos ninhos foram descritos, parecem apresentar um padrão básico de arquitetura. O ninho é composto por um túnel não ramificado ao longo da maior parte de sua extensão (pode ramificar-se na porção final), em cuja extremidade se encontram uma ou mais células. Os ninhos de *C. aenea* descritos neste trabalho, aqueles de *C. aethyctera* descritos por Vinson & Frankie (1977) e a maior parte dos ninhos de *C. segregata* descritos por Coville *et al.* (1983), apresentam uma série linear de células com orientação vertical, no final de um túnel não ramificado. Em algumas espécies são observadas variações: *C. flavifrons* (Vinson & Frankie, 1988) e *C. flavofasciata* (Vinson *et al.*, 1987) escavam túneis laterais cegos (que não terminam em uma célula), *C. aethiocesta* constrói 2 ou 3 túneis simples a partir de uma entrada comum (Vinson & Frankie, 1988) e em alguns ninhos de *C. segregata*, 2 ou 3 túneis partem de uma bifurcação próxima à entrada, cada um dos quais terminando em uma série linear de células (Coville *et al.*, 1983). Alguns ninhos de *C. aethyctera* apresentam ramificações, dependendo do tipo de substrato (Vinson & Frankie, 1991) e em ninhos de *C. decolorata*, o túnel ramifica-se na parte final em 3 túneis curtos, cada um dos quais termina em uma célula (Raw, 1984).

Considerando a arquitetura do ninho como um todo, os ninhos de *C. aenea* foram mais semelhantes àqueles de *C. (Centris) aethyctera* descritos por Vinson & Frankie (1977), por apresentarem túnel simples, que penetra obliquamente no solo e após um curto trajeto assume orientação vertical, conduzindo a uma série linear de células, separadas entre si por um pequeno espaço preenchido por solo. Conforme observado neste estudo e apontado anteriormente por Coville *et al.* (1983), as características dos ninhos parecem ser conservativas dentro dos subgêneros de *Centris*.

A atividade de nidificação de *C. aenea* na caatinga estudada apresentou características que favorecem a otimização da reprodução. O estabelecimento dos ninhos no local onde encontravam-se as plantas fornecedoras de pólen e óleo reduzem o tempo gasto para localizar os recursos e para o deslocamento entre o ninho e as fontes, diminuindo portanto os custos da coleta destes recursos. Gastando menos tempo e energia para aprovisionar uma célula, cada fêmea pode investir na produção de um número maior de células. Por outro lado, a construção de ninhos rasos contendo várias células, reduz o tempo e esforço necessário para produzir cada célula, comparando-se às espécies que fazem ninhos com uma única célula. E, finalmente, a escolha do local de nidificação parece conferir alguma vantagem de proteção contra parasitas, já que os ninhos são estabelecidos sob arbustos pequenos e em solo coberto com folhiço e gravetos, de modo que a entrada é geralmente críptica e de difícil acesso. Tais características, assim como uma estação reprodutiva relativamente longa, devem contribuir para que esta seja uma das espécies solitárias mais comuns no habitat estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, P.M.C. 1998. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento em um ecossistema de dunas, na Ilha do Maranhão, MA, Brasil: composição, fenologia e interações.** Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ALCOCK, J.; JONES, C.E. & BUCHMANN, S.L. 1976. The nesting behavior of three species of *Centris* bees (Hymenoptera: Anthophoridae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **49**(4):469-474.
- AYALA, R.B. 1998. **Sistemática de los taxa supraespecificos de las abejas de la tribu Centridini (Hymenoptera: Anthophoridae).** Tese de Doutorado. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. 280p.
- BAHIA - Centro de Estatísticas e Informações. 1994. **Informações Básicas sobre os municípios baianos.** Região Nordeste. Salvador. p.499-500.
- BENNETT, F.D. 1964. Notes on the nesting site of *Centris derasa* (Hymenoptera: Apoidea). **Pan-Pac. Entomol.** **40**(2):125-128.
- CALLAN, E. McC. 1977. Observations on *Centris rufosuffusa* Cockerell (Hymenoptera: Anthophoridae) and its parasites. **J. nat. Hist.** **11**:127-135
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. & SERRANO, J.C. 1993. Hábitos de nidificação de *Melitoma segmentaria*, *Centris collaris*, *Centris fuscata* e *Paratetrapedia gigantea* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revta bras. Ent.** **37**(1):145-156.
- CARVALHO, C.A.L. 1999. **Diversidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves- BA.** Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 104p.
- CHIAPPA, E. & TORO, H. 1994. Comportamiento reproductivo de *Centris mixta tamarugalis* (Hymenoptera: Anthophoridae). II Parte: nidification y estados inmaduros. **Rev. Chilena Ent.** **21**:99-115.
- CHIAPPA, E.; BASCUNÁN, R. & RODRIGUEZ, S. 2000. Biology and reproductive behavior of *Centris rodophthalma* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Abstracts of the XXI International Congress of Entomology**, Foz do Iguaçu, Brasil, p.235.
- CLAUDE-JOSEPH, F. 1926. Recherches biologique sur les Hyménoptères du Chili. **Ann. Sci. Nat., Zool.**, ser. 10, **9**: 113-268.
- COVILLE, R.E., FRANKIE, G.W. & VINSON, S.B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. **J. Kansas Entomol. Soc.** **56**(2):109-122
- CURE, J.R.; THIENGO, M.; SILVEIRA, F.A. & ROCHA, L.B. 1992. Levantamento de abelhas silvestres na Zona da Mata de Minas Gerais. III – Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Revta bras. Zool.** **9**(3/4):223-239.

- FARIA, G.M. 1994. **A flora e a fauna apícola de um ecossistema de campo rupestre, Serra do Cipó, MG, Brasil: Composição, fenologia e suas interações.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, 239p.
- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Bot. Jahrb. Syst.** **109** (4):469-500.
- JANVIER, H. 1955. Le nid et la nidification chez quelques abeilles des Andes tropicales. **Ann. Sci. Nat. Zool.** **17**(11):311-349.
- JESUS, B.M.V. & GARÓFALO, C.A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** **31**: 503-515
- LAROCA, S.; REYNAUD dos SANTOS, D.T. & SCHWARTZ FILHO, D.L. 1993. Observations on the nesting biology of three Brazilian centridine bees: *Melanocentris dorsata* (Lepeletier 1841), *Ptilotopus sponza* (Smith 1854) and *Epicharitides obscura* (Friese 1899) (Hymenoptera: Anthophoridae). **Tropical Zoology** **6**:153-163.
- MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestres do estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordestina Biol.** **9** (2):225-257
- MICHENER, C.D. & LANGE, R.B. 1958. Observations on the ethology of Neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). **Univ. Kansas Sci. Bull.** **39**(3):69-96.
- 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
- PICKEL, B. 1928. Contribuição para a biologia de *Centris sponza* e *Acanthopus excellens* (Hymen). **Boletim Biológico** **14**:135-143
- RAW, A. 1984. The nesting biology of nine species of Jamaican bees (Hymenoptera). **Revta bras. Ent.** **28**(4):497-506.
- ROZEN, J.G. & BUCHMANN, S.L. 1990. Nesting biology and immature stages of bees *Centris caesalpiniae*, *C. pallida*, and the cleptoparasite *Ericrocis lata* (Hymenoptera: Apoidea, Anthophoridae). **Am. Mus. Novitates** **2985**:1-30
- SILVA, M.C.M. & MARTINS, C.F. 1998. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo- PB, Brasil). **Principia** **7**:40-51.
- SILVEIRA, F.A. & CAMPOS, M.J.O. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revta bras. Ent.** **39**:371-401.
- SNELLING, R.R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of American Centridine bees (Hymenoptera: Anthophoridae). **Contributions in Science**, **347**:1-69.

- VESEY-FITZGERALD, D. 1939. Observations on bees (Hym.: Apoidea) in Trinidad. B. W. I., **Proc. Royal Ent. Soc. London**, ser. A, **14**:107-110.
- VIANA, B.F. 1999a. A comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** **28**(4):635-645.
- VIANA, B.F. 1999b. **Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas litorâneas da APA das Lagoas e Dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 1977. Nests of *Centris aethyctera* (Hymenoptera: Anthophoridae) in dry forest of Costa Rica. **J. Kansas Entomol. Soc.** **50**:301-311
- VINSON, S.B., FRANKIE, G.W. & COVILLE, R.E. 1987. Nesting habits of *Centris flavofasciata* Friese (Hymenoptera: Apoidea: Anthoporidae) in Costa Rica. **J. Kansas Entomol. Soc.** **60**(2):249-263
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 1988. A comparative study of the ground nests of *Centris flavifrons* and *Centris aethiocesta* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Ent. Exp. Appl.** **49**:181-187
- VINSON, S.B. & FRANKIE, G.W. 1991. Nest variability in *Centris aethycera* (Hymenoptera: Anthophoridae) in response to nesting site conditions. **J. Kansas Entomol. Soc.** **64**(2):156-162
- ZANELLA, F.C.V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie** **31**:579-592.

Capítulo 4

Diversidade de Espécies, Abundância Sazonal e Exploração de Recursos Florais por Espécies de *Centris* Fabricius, 1804 (Apidae, Centridini) em Áreas de Caatinga na Bahia (Brasil).

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY, SEASONAL ABUNDANCE AND EXPLOITATION OF FLORAL RESOURCES BY *CENTRIS* SPECIES (APIDAE, CENTRIDINI) IN AREAS OF CAATINGA IN THE STATE OF BAHIA, BRAZIL.

Species richness, seasonal abundance and floral resources utilized by *Centris* species were determined by collecting the bees at flowers in two areas of Caatinga in the State of Bahia, Brazil. Bee populations were sampled once per month from September 1996 to November 1997 in Itatim, and only sporadically in Monte Santo between October 1999 and May 2000. Ten species were collected near Itatim and eleven at Monte Santo. The number of species found in these areas was relatively high when compared with other areas of Caatinga. In Itatim, the occurrence of *Centris* species seems to be closely related to the rainy season. This phenological pattern was similar to that found in other areas of Caatinga, and differed from that observed in Costa Rican dry forest where *Centris* species are active only during the dry season. The bees visited 23 different plant species, being 12 in Itatim and 16 in Monte Santo. Five plant species visited were present in both areas. Most individuals and species visited *Melochia tomentosa* for nectar. Other important nectar sources were *Caesalpinia pyramidalis* and a number of species of Fabaceae. *Chamaecrista* species and *Senna pyramidalis* (Caesalpiniaceae) were visited for pollen in both areas. The oil sources belonged to the family Malpighiaceae. In addition to the results obtained in this work, a survey of published reports on floral resources utilized by bees from different habitats provided a list of 154 plant species that are visited by species of *Centris* occurring in the Caatinga. In general, *Centris* species demonstrate a generalist pattern of exploitation of nectar sources, although in the Caatinga only a small number of pollen sources was used. *Centris* species can exploit a diversified flora along their geographic distribution, nonetheless in Itatim they used just a small portion (about 25%) of the available floral resources exploited by bees, mainly for collecting pollen.

KEY WORDS: *Centris*, Apidae, floral resources, annual activity, dry forests.

RESUMO

A riqueza de espécies, a abundância sazonal e os recursos florais utilizados por espécies de *Centris* foram determinados através da coleta destas abelhas nas flores, em duas áreas de Caatingas no Estado da Bahia, Brasil. As populações destas abelhas foram amostradas uma vez por mês de setembro de 1996 a novembro de 1997 em Itatim, e apenas esporadicamente em Monte Santo, entre outubro de 1999 e maio de 2000. Dez espécies foram coletadas em Itatim e onze em Monte Santo. O número de espécies encontrado nestas áreas foi relativamente alto, quando comparado a outras áreas de Caatinga. Em Itatim, a ocorrência das espécies de *Centris* parece estar intimamente associada com a estação chuvosa. Este padrão fenológico foi similar àquele encontrado em outras áreas de caatinga e diferiu do observado nas florestas secas da Costa Rica, onde as espécies de *Centris* estão ativas apenas durante a estação seca. Estas abelhas visitaram 23 espécies de plantas, sendo 12 em Itatim e 16 em Monte Santo. Cinco espécies de plantas foram visitadas em ambas as áreas. A maioria dos indivíduos e das espécies de *Centris* visitou *Melochia tomentosa* para coleta de néctar. Outras fontes de néctar importantes foram *Caesalpinia pyramidalis* e várias espécies de Fabaceae. Espécies de *Chamaecrista* e *Senna spectabilis* (Caesalpiniaceae) foram visitadas para pólen em ambas as áreas. As fontes de óleo pertenceram à família Malpighiaceae. Em adição aos resultados obtidos neste trabalho, um estudo da literatura sobre recursos florais utilizados por abelhas em diferentes habitats no Brasil resultou na elaboração de uma lista de 154 espécies de plantas visitadas pelas espécies de *Centris* que ocorrem na Caatinga. Em geral, as espécies de *Centris* exibem um padrão de exploração de fontes de néctar do tipo generalista, todavia apenas um pequeno número de fontes de pólen foram usadas na Caatinga. Embora as espécies de *Centris* possam explorar uma flora diversificada ao longo de sua distribuição geográfica, elas utilizaram apenas uma parte (cerca de 25%) dos recursos florais explorados por abelhas em Itatim, especialmente para a coleta de pólen.

PALAVRAS-CHAVE: *Centris*, Apidae, recursos florais, atividade anual, florestas secas.

INTRODUÇÃO

Dentre os grupos de abelhas que compõem a melissofauna da caatinga, *Centris* Fabricius é um gênero especialmente rico em espécies. Podem estar presentes até 13 espécies em uma área restrita (Carvalho, 1999) e um total de 21 espécies foram registradas neste bioma (Aguiar *et al.*, submetido). Este gênero tem distribuição Americana, com maior diversidade e abundância na região Neotropical (Michener, 1979), especialmente em áreas de vegetação aberta, como as caatingas e cerrados brasileiros (Carvalho, 1999; Viana, 1999a; Silveira & Campos, 1995). Alguns grupos são restritos às áreas xéricas das Américas do Norte e do Sul (Snelling, 1984). Na caatinga são conhecidas duas espécies endêmicas, *C. hyptidis* Ducke e *C. xanthomelaena* Moure & Castro (Zanella, 2000a).

Estas abelhas são importantes agentes polinizadores em áreas com vegetação xerófila, como as florestas secas da Costa Rica (Frankie *et al.*, 1976), caatingas (Vogel & Machado, 1991) e dunas brasileiras (Gottsberger *et al.*, 1988). Recentemente o papel de espécies de *Centris* como potenciais polinizadores de fruteiras tem sido investigado (Freitas, 1997; Freitas *et al.*, 1999). As populações destas abelhas têm sofrido forte redução, decorrente das alterações provocadas por atividades humanas, que têm levado à fragmentação dos habitats, conforme relatado por Frankie *et al.* (1998) na Costa Rica.

As amostragens de abelhas em flores têm produzido considerável quantidade de informações sobre a composição de espécies e a flora visitada, inclusive pelas espécies de *Centris*, em diversos habitats como floresta tropical (Wilms, 1995), cerrado (Pedro, 1992; Silveira & Campos, 1995; Martins, 1994; 1995; Albuquerque & Mendonça, 1996; Carvalho & Bego, 1997; Mateus, 1998), caatinga (Martins, 1994; Aguiar *et al.*, 1995; Carvalho, 1999; Viana, 1999a), vegetação de dunas litorâneas (Albuquerque, 1998; Viana, 1999b) e restingas (Silva & Martins, 1999; Alves-dos-Santos, 1999).

O conhecimento sobre a flora utilizada por espécies de *Centris* encontra-se disperso na literatura, sendo que boa parte dele não foi publicado. Estas informações provêm principalmente dos levantamentos em áreas restritas supracitados e de estudos enfocando a biologia da polinização de algumas plantas. Apesar da existência de um número considerável de levantamentos de abelhas e flora melitófila no Brasil, as análises são feitas em níveis mais amplos (geralmente

em nível de família de abelhas e plantas) ou apenas para as espécies mais abundantes em cada habitat estudado, de modo que poucos trabalhos fornecem informações sobre as plantas visitadas por cada espécie de *Centris*. De acordo com Schlindwein (2000), é necessário identificar quais as espécies de plantas são imprescindíveis para manter as populações de abelhas como as Centridini, que possuem um papel fundamental na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais.

Os objetivos deste trabalho foram investigar a riqueza e abundância de espécies de *Centris* e seus padrões anuais de atividade em uma área de caatinga em Itatim (Bahia), além de reunir as informações disponíveis na literatura sobre as plantas visitadas pelas espécies que ocorrem na caatinga .

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Foi realizado um levantamento de abelhas no município de Itatim, nas proximidades do Morro do Agenor (12º 42' S; 39º 41' W), a cerca de 200 km de distância de Salvador, região do Recôncavo Sul do Estado da Bahia. Esta área é dominada por *inselbergs* , que são formas de relevo isoladas sobre pediplanos (Jatobá, 1994), formadas por rochas resistentes, resultantes de processo de aplainamento (Kesel, 1973). A vegetação é composta por uma caatinga arbustiva aberta, com predominância dos arbustos *Melochia tomentosa* L. (Sterculiaceae), *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) e *Acacia bahiensis* Benth. (Mimosaceae). As árvores são esparsas, e nesta área, *Caesalpinia pyramidalis* Mart ex Tul. (Caesalpinaceae) e *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies típicas da caatinga, são as mais comuns (fig. 4.1).

O clima em Itatim é semi-árido tropical. A temperatura média anual é de 24,3º C, a mínima é 20,6º C e a máxima é 29,9º C. A precipitação pluviométrica média anual é de 551 mm, mínima de 142 mm/ano e máxima de 1206 mm/ano. O período mais chuvoso do ano estende-se de dezembro a fevereiro em geral (apesar de haver variações de um ano para outro), havendo pelo menos cinco meses secos durante o ano (Bahia, 1994). Durante este estudo, o período chuvoso iniciou-se em novembro em 1996, e em outubro, em 1997. A estação seca começou em maio/97 e estendeu-se até setembro.



Fig. 4.1. Vegetação de Caatinga arbustiva aberta em área com *inselbergs* (Itatim, BA).

Quanto às plantas visitadas pelas espécies de *Centris*, além dos dados obtidos em Itatim, são apresentados dados provenientes de coletas esporádicas realizadas em uma área de caatinga arbustiva aberta, situada no Nordeste da Bahia, entre os municípios de Monte Santo e Euclides da Cunha (10° 19' S; 39° 13' W) (a descrição detalhada desta área é feita no capítulo 5). Material botânico testemunho foi coletado e herborizado de acordo com procedimentos padrões e depositado no herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). Estes espécimens foram identificados até o nível de espécie por taxonomistas deste herbário.

Amostragem

Em Itatim, as abelhas foram coletadas durante 15 meses (setembro/1996 a novembro/1997), uma vez por mês, em dois dias consecutivos (das 12:01 às 18:00 h no primeiro dia e das 06:00 às 12:00 h no segundo), utilizando a metodologia padronizada de Sakagami *et al.* (1967). As abelhas foram capturadas sem escolha, durante a visita às flores ou em voo, com rede entomológica, em plantas florescentes ao longo de um transecto de aproximadamente 3 km, percorrido continuamente 4 vezes ao dia. Os espécimens foram armazenados em recipientes plásticos, contendo dados sobre a espécie de planta visitada, data e hora da captura.

Em Monte Santo, as abelhas do gênero *Centris* foram coletadas esporadicamente durante a visita às flores entre os meses de outubro de 1999 e maio de 2000 (totalizando cerca de 60 horas de coleta), porém não foi realizada amostragem quantitativa.

Após a montagem a seco, os exemplares coletados foram depositados na Coleção Entomológica do Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (Feira de Santana, BA).

RESULTADOS

Espécies de *Centris*

Em Monte Santo foram amostradas onze espécies e em Itatim foram coletados indivíduos pertencentes a dez espécies. As diferenças observadas foram devido à ocorrência de *C. caxiensis*, *C. leprieuri* e *Centris* sp. somente nas amostragens de Itatim, enquanto *C. flavifrons*, *C. obsoleta*, *C. vittata* e *C. hyptidis* foram coletadas exclusivamente em Monte Santo (Tabela 4.1).

Centris aenea e *C. fuscata* foram as espécies mais abundantes em Itatim, enquanto *C. leprieuri*, *C. xanthomelaena*, representadas por um indivíduo cada, e *Centris* sp., representada por dois indivíduos, foram as espécies mais pobremente amostradas (Tabela 4.2).

Tabela 4.1. Espécies de *Centris* coletadas nas Caatingas de Itatim e Monte Santo (BA).

Espécie	Itatim	Monte Santo
<i>C. (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841	X	X
<i>C. (Centris) caxiensis</i> Ducke, 1907	X	
<i>C. (Centris) leprieuri</i> (Spinola, 1841)	X	
<i>C. (Centris) sp.</i>	X	
<i>C. (Centris) flavifrons</i> Fabricius, 1775		X
<i>C. (Melacentris) obsoleta</i> Lepeletier, 1841		X
<i>C. (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841	X	X
<i>C. (Hemisiella) tarsata</i> (Smith, 1874)	X	X
<i>C. (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841	X	X
<i>C. (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841		X
<i>C. (Ptilocentris) hyptidis</i> Ducke, 1908		X
<i>C. (Ptilotopus) moerens</i> (Perty, 1833)	X	X
<i>C. (Ptilotopus) sponsa</i> (Smith, 1854)	X	X
<i>C. (Paracentris) xanthomelaena</i> Moure & Castro 2000	X	X

Tabela 4.2. Número de indivíduos por espécie de *Centris* coletados no período de setembro/96 a novembro/97 em Itatim (BA).

Espécies	Número de indivíduos		
	Machos	Fêmeas	Total
<i>C. (Ce.) aenea</i>	6	24	30
<i>C. (Ce.) caxienseis</i>	3	3	6
<i>C. (Ce.) leprieuri</i>	0	1	1
<i>C. (Ce.) sp.</i>	1	1	2
<i>C. (Hm.) tarsata</i>	9	3	12
<i>C. (Hm.) trigonoides</i>	7	5	12
<i>C. (Pt.) moerens</i>	0	6	6
<i>C. (Pt.) sponsa</i>	2	2	4
<i>C. (Tr.) fuscata</i>	8	9	17
<i>C. (Pa.) xanthomelaena</i>	0	1	1
Total	36	55	91

Padrão Anual de Atividades em Itatim (Fenologia)

As espécies de *Centris* iniciaram as atividades no final de setembro e o período de atividades foi variável segundo a espécie, encerrando-se por volta de abril. O maior número de capturas ocorreu nos meses de outubro a dezembro, embora o número de indivíduos tenha sido pequeno em outubro/97. A maior frequência de capturas de *C. fuscata* e *C. aenea* ocorreu em outubro-novembro. Estas espécies aparentemente tiveram períodos de atividade mais extensos do que as outras, embora representadas por poucos indivíduos a partir de dezembro (fig. 4.2).

A maioria dos indivíduos foi coletada durante o período chuvoso. Nos meses de maio a setembro/1997, que coincidiram com o período seco, o número de espécies e de indivíduos em atividade foi grandemente reduzido. Todavia, não houve correlação significativa entre o número de indivíduos ($r = 0,34$; $p = 0,20$) ou espécies coletados mensalmente ($r = 0,29$; $p = 0,33$) e a quantidade mensal de chuvas.

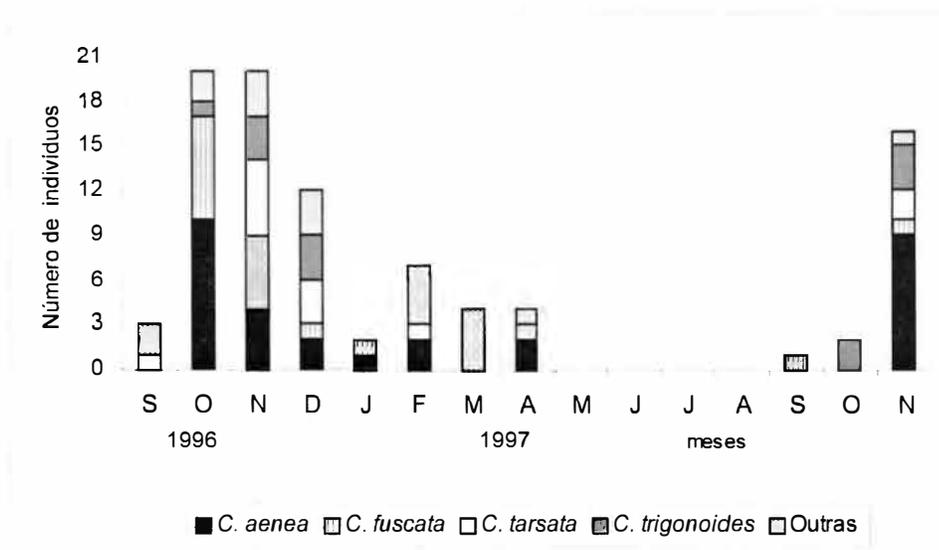


Fig. 4.2. Número de indivíduos das espécies de *Centris* coletados por mês, no período de setembro/1996 a novembro/1997, em Itatim (BA).

Plantas visitadas por *Centris*

Em Itatim, as espécies de *Centris* visitaram as flores de doze espécies de plantas (Tabela 4.3), dentre as 48 espécies visitadas por abelhas no local. O maior número de indivíduos foi capturado nas flores de *Melochia tomentosa* (Tabela 4.3), visitada por oito das dez espécies de *Centris*, e em *Solanum paniculatum*, visitada por quatro espécies (Tabela 4.4). Em Monte Santo, as espécies de *Centris* visitaram 16 espécies de plantas (Tabela 4.5), sendo cinco delas visitadas tanto em Monte Santo quanto em Itatim, enquanto a maioria foi visitada em apenas uma das áreas. Em ambas as áreas, as abelhas foram observadas coletando óleo apenas em plantas da família Malpighiaceae. *Melochia tomentosa* e *Caesalpinia pyramidalis* foram as principais fontes de néctar enquanto espécies de *Senna* e *S. paniculatum* foram as principais fontes de pólen.

Somando-se os dados obtidos em Itatim e Monte Santo aos registros da literatura sobre diversos habitats, obteve-se uma lista de 154 espécies de plantas visitadas pelas espécies de *Centris* com ocorrência registrada na caatinga (Tabela 4.6), o que evidencia a capacidade destas abelhas de utilizarem uma flora variada ao longo de sua distribuição geográfica. As famílias Malpighiaceae, Fabaceae e Caesalpiniaceae reuniram 46% das espécies (16%, 16% e 14%, respectivamente).

Considerando apenas as áreas de caatinga, 58 espécies de plantas foram utilizadas por estas espécies de *Centris*, sendo 13 (22%) Caesalpiniaceae, 8 (14%) Fabaceae e 5 (9%) Malpighiaceae. Alguns gêneros foram visitados tanto na caatinga quanto no cerrado (*Ruellia*, *Chamaecrista*, *Solanum*, *Bowdichia* e *Oxalis*) e outros, na caatinga e em áreas de dunas e restingas (*Heliotropium*, *Ipomoea*, *Centrosema*, *Dioclea*, *Macroptilium* e *Heteropterys*). Todavia, a maioria dos gêneros e espécies de plantas visitados na caatinga não o foi em outros habitats.

A partir do espectro de plantas visitadas pelas espécies de *Centris* que ocorrem na caatinga, verificou-se que *C. aenea*, *C. tarsata*, e *C. fuscata* foram as mais generalistas, especialmente em relação às fontes de néctar, utilizando 58, 57 e 44 espécies de plantas, respectivamente. Por outro lado, algumas espécies, como *C. moerens*, *C. hyptidis* e *C. xanthomelaena* foram registradas visitando poucas espécies de plantas.

Tabela 4.3. Número de espécies de *Centris* e de indivíduos por sexo, capturados em flores no período de setembro/96 a novembro/97, em Itatim (BA).

Família	Espécies de plantas	Nº machos	Nº Fêmeas	Total de indivíduos	Total de espécies
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	2	0	2	2
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	5	2	7	3
	<i>Chamaecrista belemii</i>	1	2	3	2
	<i>Poeppigia procera</i>	9	2	11	4
	<i>Senna spectabilis</i>	0	3	3	1
Fabaceae	<i>Chaetocalyx scandens</i>	0	2	2	2
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon auriculatum</i>	0	4	4	2
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	6	1	7	4
	<i>Passiflora cincinnata</i>	0	1	1	1
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i>	0	2	2	2
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	4	12	16	4
Sterculiaceae	<i>Melochia tomentosa</i>	7	23	30	8

Tabela 4.4. Número de indivíduos das espécies de *Centris* capturados em cada espécie de planta visitada em Itatim (BA), no período de setembro/96 a novembro/97.

Espécies de plantas	<i>C. aenea</i>	<i>C. caxiense</i>	<i>C. leprieuri</i>	<i>C. tarsata</i>	<i>C. trigonoides</i>	<i>C. xanthomelaena</i>	<i>Centris</i> sp	<i>C. moerens</i>	<i>C. sponosa</i>	<i>C. fuscata</i>
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	2	-	-	1	-	-	-	-	-	4
<i>Cardiospermum corindum</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Chaetocalyx scandens</i>	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Chamaecrista belemii</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Melochia tomentosa</i>	11	4	1	5	4	1	-	-	1	3
<i>Passiflora cincinnata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Passiflora foetida</i>	2	-	-	3	1	-	-	-	-	1
<i>Poeppigia procera</i>	4	-	-	2	2	-	-	-	-	3
<i>Senna spectabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Solanum paniculatum</i>	9	-	-	-	3	-	-	-	1	3
<i>Stigmaphyllon auriculatum</i>	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Total em flores	29	6	1	12	12	1	2	6	2	17

Tabela 4.5. Plantas visitadas por espécies de *Centris* nas caatingas de Itatim (x) e Monte Santo (BA) (•). P= pólen, N= néctar, O= óleo.

Famílias	Espécies de plantas	Recurso	<i>Centris</i>													
			<i>C. aenea</i>	<i>C. caxiense</i>	<i>C. flavifrons</i>	<i>C. lepreuri</i>	<i>C. tarsata</i>	<i>C. vittata</i>	<i>C. trigonooides</i>	<i>C. obsoleta</i>	<i>C. hyptidis</i>	<i>C. xanthomelaena</i>	<i>Centris</i> sp 1	<i>C. moerens</i>	<i>C. sponsa</i>	<i>C. fuscata</i>
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	N					x						x			
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	N	x•					x•								x•
	<i>Chamaecrista belemii</i>	P		x												x
	<i>Chamaecrista pascuorum</i>	P	•					•			•	•				•
	<i>Poeppigia procera</i>		x					x	x							x
	<i>Senna spectabilis</i>	P									•			x•	•	
	<i>Senna aversiflora</i>	P														•
	Fabaceae	<i>Zornia brasiliensis</i>	N	•								•				
<i>Chaetocalyx scandens</i>		N	•	x						x		•				•
<i>Dioclea grandiflora</i>														•		
Flacourtiaceae	<i>Xylosma cf. ciliatifolium</i>	N	•													
Malpighiaceae	<i>Heteropterys trichanthera</i>	O									•					
	<i>Mcvaughia bahiensis</i>	O	•		•		•	•	•	•		•			•	•
	<i>Stygmaphyllon auriculatum</i>	O												x		•
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	N									•					
Mimosaceae	<i>Mimosa arenosa</i>	N	•													
	<i>Chloroleucon foliolosum</i>	N	•													
Oxalidaceae	<i>Oxalis psoraleoides</i>	N	•													
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>		x					x	x							x
	<i>Passiflora cincinnata</i>															x
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i>		x						x							
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	P	x						x						x	x
Sterculiaceae	<i>Melochia tomentosa</i>	N	x•	x			x	x•	x	•	x			x	x•	

Tabela 4.6. Plantas visitadas em diversos habitats pelas espécies de *Centris* registradas na caatinga. (*) Fontes de pólen.

Biomos: CA= caatinga, CE= cerrado, CM = campos, CR= campos rupestres, DU= dunas, FL= floresta Atlântica, FS= floresta tropical semi-decídua, LT= vegetação litorânea, PA= pastagem, RE= restingas, UR= vegetação urbana.

Subgêneros: Ce: *Centris*; Hm: *Hemisiella*; Ht: *Heterocentris*; Me: *Melacentris*; Pa: *Paracentris* PI: *Ptilocentris*; Pt: *Ptilotopus*; Xa: *Xanthemisla*; Tr: *Trachina*.

Famílias/ Espécies de Plantas	Local															
		C. (Ce.) aenea	C. (Ce.) caxiense	C. (Ce.) flavifrons	C. (Ce.) leprieuri	C. (Ce.) spilopoda	C. (Hm.) tarsata	C. (Hm.) trigonoides	C. (Hm.) vittata	C. (Me.) obsoleta	C. (Pt.) hyptidis	C. (Pa.) xanthomelaena	C. (Pt.) maranhensis	C. (Pt.) moerens	C. (Pt.) sponsa	C. (Xa.) bicolor
ACANTHACEAE																
<i>Ruellia geminiflora</i>	CE ⁶					x										
<i>Ruellia aff. paniculata</i>	CA ³³								x							x
ANACARDIACEAE																
<i>Anacardium occidentale</i>	LT ¹⁶					x										
ASTERACEAE																
<i>Gochnatia barrosi</i>	CE ⁶					x										
<i>Senecio brasiliensis</i>	FL ¹⁵														x	
<i>Vernonia arenaria</i>	DU ¹²	x			x	x										
<i>Vernonia polyanthes</i>	PA ²²															x
BIGNONIACEAE																
<i>Arrabidaea rego</i>	FL ¹⁵					x										
<i>Arrabidaea sp.</i>	PA ²²	x				x										
<i>Distictella elongata</i>	CE ⁹														x	
<i>Jacaranda puberula</i>	FL ¹⁵														x	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CA ²³	x				x										
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	CA ¹					x										
BORAGINACEAE																
<i>Cordia superba</i>	CA ⁴					x										
<i>Heliotropium angiospermum</i>	CA ⁴	x														
<i>Heliotropium polyphyllum</i>	DU ¹²				x											
BROMELIACEAE																
<i>Ananas ananassoides</i>	CE ⁶					x										
CAESALPINIACEAE																
<i>Bauhinia variegata</i>	CE ⁶							x								x
<i>Caesalpinia calycina</i>	CA ²⁴					x										x
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CA ³⁴															x
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	CA ¹	x				x										x
	CA ²	x				x										x
	CA ⁴	x				x										
<i>Caesalpinia microphylla</i>	CA ²³	x	x												x	x
<i>Cassia hoffmanseggii</i> (*) (= <i>Senna latifolia</i>)	LT ¹¹				x											
<i>Chamaecrista amiciela</i> (*)	CA ³⁵		x			x				x						x
<i>Chamaecrista belemii</i> (*)	CA ¹		x													x
<i>Chamaecrista cipoana</i> (*)	CR ³⁰															x
<i>Chamaecrista hispidula</i> (*)	DU ^{12,13}	x		x	x		x	x								x
<i>Chamaecrista nictitans</i> (*)	CE ⁶														x	

Famílias/ Espécies de Plantas	Local																
		C. (Ce.) aenea	C. (Ce.) caxiense	C. (Ce.) flavifrons	C. (Ce.) lepreuri	C. (Ce.) spilopoda	C. (Hm.) tarsata	C. (Hm.) trigonoides	C. (Hm.) vittata	C. (Me.) obsoleta	C. (Pl.) hyptidis	C. (Pa.) xanthomelaena	C. (Pt.) maranhensis	C. (Pt.) moerens	C. (Pt.) sponsa	C. (Xa.) bicolor	C. (Tr.) fuscata
<i>Chamaecrista papillata</i> (*)	CR ³⁰						x										
<i>Chamaecrista pascuorum</i> (*)	CA ²	x					x			x	x						x
<i>Chamaecrista racemosa</i>	RE ³⁶	x			x		x										x
<i>Peltogyne pauciflora</i>	CA ⁴	x															
<i>Poepigia procera</i>	CA ¹	x						x	x								x
<i>Senna alata</i> (*)	LT ¹¹																x
<i>Senna aversiflora</i>	CA ²																x
<i>Senna occidentalis</i> (*)	LT ¹⁴																x
<i>Senna aff. macranthera</i>	CA ²³	x															
<i>Senna spectabilis</i>	CA ¹													x			
	CA ²									x			x	x			
	CA ³⁴									x		x		x			
COMMELINACEAE																	
<i>Commelina cf. bemghalensis</i>	CA ⁴							x									
CONVOLVULACEAE																	
<i>Ipomoea martii</i>	CA ³⁴									x							x
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	DU ¹³					x											
<i>Ipomoea stolonifera</i>	DU ¹³					x											
<i>Jacquemontia densiflora</i>	CA ³⁴									x							
EUPHORBIACEAE																	
<i>Croton campestris</i>	CA ⁴	x							x								
<i>Croton moritibensis</i>	CA ⁴	x															
FABACEAE																	
<i>Andira anthelmia</i>	FL ¹⁵																x
<i>Bowdichia virgiloides</i>	CA ⁴	x							x								
<i>Bowdichia sp.</i>	CE ¹⁰			x													
<i>Chaetocalyx scandens</i>	CA ¹			x													
	CA ²	x									x						x
<i>Centrosema sp.</i>	PA ²¹																x
<i>Centrosema sp.</i>	CA ³																x
<i>Centrosema brasilianum</i>	RE ³⁶	x	x		x				x								
<i>Centrosema pubescens</i>	DU ¹³					x											
<i>Crotalaria sp.</i>	CE ⁸														x		
<i>Desmodium pachyrhiza</i>	CE ⁶								x								
<i>Dioclea grandiflora</i>	CA ²														x		
	CA ³⁴									x							
<i>Dioclea rufescens</i>	FS ³²																x
<i>Dioclea virgata</i>	LT ¹¹				x										x		x
<i>Dioclea violacea</i>	FS ³²																x
<i>Lonchocarpus aff. campestris</i>	CA ³³								x	x							x
<i>Luetzelburgia auriculata</i>	CA ²³			x							x						x
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	DU ¹²	x				x											
<i>Macroptilium gracile</i>	CA ³										x						
<i>Periandra mediterranea</i> (*)	CE ⁹														x	x	
<i>Platymiscium floribundum</i>	CA ⁴	x							x								
<i>Sophora tomentosa</i>	RE ³⁶					x											
<i>Vatairea sericea</i>	CE ¹⁰		x	x			x										
<i>Vigna cf. peduncularis</i>	RE ³⁶	x	x						x								x

Famílias/ Espécies de Plantas	Local																
		C. (Ce.) aenea	C. (Ce.) caxiense	C. (Ce.) flavifrons	C. (Ce.) lepreuri	C. (Ce.) spilopoda	C. (Hm.) tarsata	C. (Hm.) trigonoides	C. (Hm.) vittata	C. (Me.) obsoleta	C. (Pl.) hyptidis	C. (Pa.) xanthomelaena	C. (Pt.) maranhensis	C. (Pt.) moerens	C. (Pt.) sponsa	C. (Xa.) bicolor	C. (Tr.) fuscata
<i>Vigna</i> sp.	PA ²²							x									
<i>Zornia brasiliensis</i>	CA ²	x								x							x
FLACOURTIACEAE																	
<i>Xylosma</i> cf. <i>ciliatifolium</i>	CA ²	x															
LAMIACEAE																	
<i>Hyptis cana</i>	CE ⁸	x				x	x	x									
<i>Hyptis proteoides</i>	CR ³⁰							x									
<i>Hyptis suaveolens</i>	LT ¹¹											x					
<i>Hyptis</i> sp.	PA ²¹	x						x									
<i>Hyptidendron</i> cf. <i>vepretorum</i>	CR ³⁰							x									x
LAURACEAE																	
<i>Cassya americana</i>	RE ³⁶			x													
LECYTHIDACEAE																	
<i>Eschweilera decolorans</i>	CE ¹⁰			x													
LYTHRACEAE																	
<i>Cuphea flava</i>	RE ³⁶	x	x	x	x	x	x	x									x
<i>Cuphea</i> aff. <i>racemosa</i>	CA ⁴	x															
<i>Cuphea pseudovaccinium</i>	CR ³⁰							x									
<i>Cuphea</i> sp.	PA ²²								x								
MALPIGHIACEAE																	
<i>Banisteriopsis pubipetala</i>	CE ⁸																x
<i>Banisteriopsis</i> sp. 1 (*)	CE ⁷									x							
<i>Banisteriopsis</i> sp. 2	CE ¹⁰			x	x		x										
<i>Byrsonima amoena</i>	CE ¹⁰			x													
<i>Byrsonima arctostaphylloides</i>	CR	x					x										
<i>Byrsonima basiloba</i>	CE ⁸																x
<i>Byrsonima crassa</i>	CE ⁶	x															
<i>Byrsonima crassifolia</i> (*)	LT ²⁰			x	x		x	x	x								x
<i>Byrsonima dealbata</i>	CR ³⁰	x															
<i>Byrsonima gardneriana</i>	RE ³⁶	x	x	x	x	x	x	x									x
<i>Byrsonima</i> cf. <i>lancifolia</i>	CE ⁸	x					x	x									
<i>Byrsonima sericea</i> (*)	FA ²⁷	x		x	x	x											x
	FA ²⁸			x											x		x
<i>Janusia guaranitica</i>	DU ¹⁴									x							
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	CE ^{6,9}			x				x									
<i>Heteropterys campestris</i>	CE ⁸								x								
<i>Heteropterys trichanthera</i>	CA ²									x							
<i>Heteropterys</i> sp.	CA ²³							x									
<i>Malpighia glabra</i>	CA ⁴								x								
(= <i>M. emarginata</i>)	LT ¹⁷	x						x									
<i>Mascagnia cordifolia</i>	CE ⁶															x	
<i>Mcvaughia bahiensis</i>	CA ²	x		x				x	x	x	x		x		x		x
<i>Peixotoa hispidula</i>	RE ²⁹			x													
<i>Stygmaphyllon auriculatum</i>	CA ¹													x			
	CA ²																x
	CA ⁴							x									
	CA ³⁵	x										x					
<i>Stygmaphyllon paralias</i>	RE ²⁵			x													

Familias/ Espécies de Plantas	Local																
		C. (Ce.) aenea	C. (Ce.) caxiensi	C. (Ce.) flavifrons	C. (Ce.) leprieuri	C. (Ce.) spilopoda	C. (Hm.) tarsata	C. (Hm.) trigonoides	C. (Hm.) vittata	C. (Me.) obsoleta	C. (Pl.) hyptidis	C. (Pa.) xanthomelaena	C. (Pt.) maranhensis	C. (Pt.) moerens	C. (Pt.) sponsa	C. (Xa.) bicolor	C. (Tr.) fuscata
<i>Stygmaphyllon</i> sp.	CA ³																x
<i>Tetrapteryx</i> sp.	DU ¹²	x			x		x										x
MALVACEAE																	
<i>Herissantia crispa</i>	CA ²³ CA ²							x									
MELASTOMATACEAE																	
<i>Marcetia taxifolia</i>	RE ³¹			x													
<i>Tibouchina gracilis</i> (*)	DU ¹⁴									x							
<i>Tibouchina reichardtiana</i>	DU ¹⁴			x						x							
<i>Tibouchina trichopoda</i>	DU ¹⁴			x						x							
MIMOSACEAE																	
<i>Acacia bahiensis</i>	CA ⁴	x							x								
<i>Chloroleucon foliolosum</i>	CA ²	x															
<i>Mimosa arenosa</i>	CA ²	x															
MYRTACEAE																	
<i>Myrcia paniculata</i>	RE ³⁶				x												
OCHNACEAE																	
<i>Ouratea castaneaefolia</i> (*)	CE ⁸	x															
<i>Ouratea hexasperma</i> (*)	CE ¹⁰		x	x				x									
<i>Ouratea spectabilis</i> (*)	CE ⁹							x									
<i>Luxemburgia schwackeana</i>	CR ³⁰							x									x
OXALIDACEAE																	
<i>Oxalis physocallyx</i>	CE ^{6,9}								x								
<i>Oxalis psoralioides</i>	CA ²	x															
PASSIFLORACEAE																	
<i>Passiflora cincinnata</i>	CA ¹																x
<i>Passiflora</i> aff. <i>violacea</i>	CA ⁴	x															
<i>Passiflora foetida</i>	CA ¹ DU ¹³	x							x	x							x
POLYGONACEAE																	
<i>Coccoloba arborescens</i>	RE ³⁶					x											
PORTULACACEAE																	
<i>Talinum patens</i>	CA ⁴	x															
<i>Portulaca elatior</i>	CA ⁴	x															
RHAMNACEAE																	
<i>Ziziphus joazeiro</i>	CA ⁴	x															
RUBIACEAE																	
<i>Borreria verticillata</i>	RE ³⁶		x		x				x								
<i>Guettarda platypoda</i>	RE ³⁶		x														
<i>Sabicea brasiliensis</i>	CR ³⁰																
SAPINDACEAE																	
<i>Cardiospermum corindum</i>	CA ¹	x							x								
SCROPHULARIACEAE																	
<i>Angelonia bisaccata</i>	CA ⁵											x					
<i>Angelonia hirta</i>	CA ⁵	x							x	x		x					x
<i>Angelonia hookeriana</i>	CA ⁵											x					

Famílias/ Espécies de Plantas	Local																
		C. (Ce.) aenea	C. (Ce.) caxiense	C. (Ce.) flavifrons	C. (Ce.) leprieuri	C. (Ce.) spilopoda	C. (Hm.) tarsata	C. (Hm.) trigonoides	C. (Hm.) vittata	C. (Me.) obsoleta	C. (Pl.) hyptidis	C. (Pa.) xanthomelaena	C. (Pt.) maranhensis	C. (Pt.) moerens	C. (Pt.) sponsa	C. (Xa.) bicolor	C. (Tr.) fuscata
<i>Angelonia intergerrima</i>	CM ²⁶						x										
<i>Angelonia pubescens</i>	CA ⁵									x							
SOLANACEAE																	
<i>Solanum aculeatissimum</i> (*)	UR ¹⁸						x										
<i>Solanum chaetacanthum</i> (*)	CA ²³		x														
<i>Solanum juripeba</i> (*)	LT ¹¹			x							x						
<i>Solanum lycocarpum</i> (*)	CE ⁷													x			
<i>Solanum micranthum</i> (*)	DU ¹²			x	x												
<i>Solanum paludosum</i>	RE ³⁶		x	x				x									
<i>Solanum paniculatum</i> (*)	CA ¹	x						x						x			x
	CA ⁴	x						x									
<i>Solanum variabile</i> (*)	UR ¹⁸							x									
	FL ¹⁵															x	
STERCULIACEAE																	
<i>Melochia tomentosa</i>	CA ¹	x	x		x		x	x			x			x			x
	CA ²	x					x			x							x
	CA ⁴	x					x										
	CA ³³						x										x
	CA ³⁴						x	x									x
TURNERACEAE																	
<i>Turnera melochioides</i>	DU ^{12,13}	x		x	x	x											
VERBENACEAE																	
<i>Aegiphila lhotskyana</i>	CE ⁹							x									
<i>Lippia lasiocalycina</i>	CE ⁶							x									
<i>Stachytarpheta</i> sp.	PA ²¹							x									
VITACEAE																	
<i>Cissus simsiana</i>	CA ⁴	x															
VOCHYSIACEAE																	
<i>Qualea grandiflora</i>	CR ¹⁹	x					x	x	x								x
<i>Qualea parviflora</i>	CE ^{6,8}	x					x										
<i>Salvertia convallariodora</i>	CE ⁸	x															

Fontes: 1. Itatim (BA) (este estudo); 2. Monte Santo (BA) (este estudo); 3. Aguiar *et al.* (1995); 4. Carvalho (1999); 5. Vogel & Machado (1991); 6. Pedro (1992); 7. Campos (1989); 8. Silveira (1989); 9. Mateus (1998); 10. Albuquerque & Mendonça (1996); 11. Rebêlo (1995); 12. Albuquerque (1998); 13. Gottsberger *et al.* (1988); 14. Alves-dos-Santos (1999); 15. Wilms (1995); 16. Freitas (1997); 17. Freitas *et al.* (1999); 18. Avanzi & Campos (1997); 19. Fischer & Gordo (1993); 20. Rêgo & Albuquerque (1989); 21. Silveira *et al.* (1993); 22. Cure *et al.* (1993); 23. Martins (1990); 24. Lewis & Gibbs (1999); 25. Silva (1982); 26. Schlindwein (1995); 27. Teixeira & Machado (2000); 28. Silva (1996); 29. Vieira (1995); 30. Faria (1994); 31. Pinheiro (1995); 32. Franco (1995); 33. Machado (1990); 34. Dados não publicados de Cabaceiras (PB), cedidos por Celso F. Martins; 35. Moure & Castro (2001); 36. Silva & Martins (1999).

DISCUSSÃO

Riqueza de espécies e abundância

A riqueza de espécies de *Centris* encontrada em Itatim e Monte Santo foi relativamente alta comparada a outras áreas de caatinga, como São João do Cariri (PB) (3 espécies) (Aguiar & Martins, 1997), Serra Negra do Norte (RN) (6 espécies) (Zanella, 2000b), Cabaceiras (PB) (7 espécies) (Aguiar *et al.*, 2000) e Casa Nova (8 espécies) (Martins, 1994). Além das espécies obtidas neste estudo, coletas esporádicas indicaram a presença de *C. hyptidis* em Itatim (Gabriel Melo, inf. pessoal), totalizando 11 espécies na região. Ambas as áreas estudadas tiveram riqueza similar à encontrada em Ibiraba (BA) (11 espécies) (Viana, 1999a) e Castro Alves (BA) (13 espécies) (Carvalho, 1999), onde a maior riqueza de espécies de *Centris* em caatingas foi registrada. Considerando as amostragens realizadas em áreas restritas em outros habitats, a riqueza de espécies de *Centris* na caatinga é em geral, maior do que a registrada na Floresta Atlântica (Wilms, 1995) e menor do que a dos cerrados, onde foi encontrado o máximo de 17 espécies em uma área (Silveira & Campos, 1995). Zanella (2000b) relacionou 16 espécies de *Centris* com ocorrência na caatinga. Adicionalmente, foram registrados *C. maranhensis* (Viana, 1999a; Aguiar *et al.*, 2000), *C. leprieuri* e *C. flavifrons* (Carvalho, 1999 e neste estudo), *C. spilopoda* e pelo menos mais uma espécie do subgênero *Melacentris* (Carvalho, 1999).

Os dados obtidos em Itatim concordam com o padrão geral de abundância de *Centris* na caatinga. Tem sido observado que a maioria das espécies de *Centris* é rara ou pouco abundante na maioria dos habitats amostrados, inclusive na caatinga, embora algumas espécies possam ser localmente abundantes. Exemplos disso foram registrados na caatinga de Castro Alves (BA), onde 3 espécies de *Centris* (*C. aenea*, *C. fuscata* e *C. tarsata*) foram predominantes em número de indivíduos na comunidade de abelhas estudada (Carvalho, 1999), sendo que a primeira delas também esteve entre as espécies de abelhas solitárias mais abundantes em Itatim. Em outra área de caatinga (Ibiraba, BA), Viana (1999a) registrou outras 3 espécies como predominantes: *C. caxiensis*, *C. sponso* e *C. maranhensis*.

Padrão Anual de Atividades

Nossos dados sugerem que a atividade das espécies de *Centris* esteve intimamente ligada à estação chuvosa. Em Itatim, as espécies de *Centris* mais freqüentes pareceram ter um padrão de atividades tipicamente sazonal, similar ao observado em outros habitats, como as florestas secas da Costa Rica (Heithaus, 1979; Frankie *et al.*, 1983) e as florestas do Panamá (Wolda & Roubik, 1986), embora existam relatos de algumas espécies de *Centris* que são ativas ao longo do ano (Raw, 1985; Martins, 1990).

Centris aenea teve um período de atividades em Itatim (outubro a abril) mais extenso do que o observado em Casa Nova (BA) (fevereiro a maio) e em Lençóis (BA) (novembro a janeiro) (Martins, 1990). Em vegetação de dunas litorâneas em São Luís (MA), foi observado um padrão fenológico diferente para *C. aenea*, que ocorreu de maio a agosto, durante o período seco (Albuquerque, 1998), enquanto em Itatim, Casa Nova e Lençóis, esta espécie ocorreu no período chuvoso.

C. fuscata esteve em atividade do final da estação chuvosa ao meio da estação seca. Na caatinga de Casa Nova (BA), sua ocorrência também esteve associada ao período chuvoso e em São João do Cariri (PB), *C. fuscata* ocorreu no fim do período chuvoso e início do seco (junho a agosto). Contudo, esta espécie foi registrada no período seco em duas localidades no Brasil: São Luís (MA) (Albuquerque, 1998) e Paraopeba (MG) (Silveira, 1989), o que também foi observado na Costa Rica (janeiro a março) (Heithaus, 1979). Apesar dos dados não serem conclusivos, *C. fuscata* parece mais associada ao período chuvoso, pelo menos na caatinga.

Os padrões anuais de atividades de *Centris* apresentam algumas divergências entre as várias regiões comparadas. Nas florestas secas da Costa Rica, todas as espécies ocorrem apenas durante a estação seca (Heithaus, 1979; Frankie *et al.*, 1983). Um padrão fenológico semelhante foi observado em algumas localidades do Maranhão (Albuquerque & Rêgo, 1989; Albuquerque & Mendonça, 1996; Albuquerque, 1998). Nas florestas tropicais do Panamá, estas abelhas foram ativas no começo da estação chuvosa, ausentes no final da estação chuvosa e na maior parte da estação seca (Wolda & Roubik, 1986). Nos cerrados brasileiros, foi encontrado um número similar de espécies nas estações seca e chuvosa (Silveira, 1989; Martins, 1990), enquanto na caatinga a maior parte das espécies, ou pelo menos as mais abundantes, estão associadas à estação chuvosa (Martins, 1990;

Aguiar, 1995 e este estudo). Entretanto, ao comparar os padrões fenológicos de *Centris* como grupo, é preciso ter cautela com as diferenças de composição de espécies entre as localidades, as quais podem influenciar as conclusões sobre os períodos de atividades. Outro fator limitante para a análise fenológica é o pequeno número de indivíduos de algumas espécies nas amostras mensais.

De acordo com Frankie *et al.* (1974), os padrões sazonais de *Centris* nas florestas secas da Costa Rica parecem estar relacionados com a abundância de recursos florais. A maioria das espécies de plantas, incluindo várias Leguminosae, Malpighiaceae e Bignoniaceae, que são importantes recursos para estas abelhas, florescem durante a longa estação seca e a maioria delas exibe florescimento massivo. Opler *et al.* (1976) concluíram que chuvas ocasionais que ocorrem no começo da estação seca, período no qual as espécies de *Centris* estão em atividade, podem ter um papel direto na indução do florescimento de várias ervas e arbustos nestas florestas secas.

Na caatinga, ainda não foram feitos esforços para avaliar a disponibilidade de recursos florais para as abelhas durante as estações seca e chuvosa. Machado *et al.*, (1997) observaram em um estudo fenológico envolvendo 19 espécies de plantas da caatinga (3 delas são visitadas por espécies de *Centris*), que o florescimento em nível de comunidade atingia o pico no começo da estação chuvosa, embora ocorresse ao longo do ano. Estudos sobre a fenologia de floração das plantas importantes para *Centris*, especialmente das fontes de pólen, devem auxiliar o entendimento dos padrões sazonais observados nestas abelhas. Pelo menos em algumas espécies de *Caesalpinia* visitadas por *Centris* na caatinga [*C. calycina*, *C. pluviosa* (Lewis & Gibbs, 1999), *C. pyramidalis* e *C. ferrea* (Machado *et al.*, 1997)], o florescimento parece estar associado aos períodos chuvosos.

Utilização dos Recursos Florais

Aparentemente, predomina entre as espécies de *Centris* um padrão de exploração de fontes de néctar bastante generalista, havendo pouca coincidência das plantas visitadas em diferentes habitats. Enquanto espécies de Asteraceae, Bignoniaceae, Labiatae e Convolvulaceae são comumente visitadas em diversos habitats, na caatinga, espécies de Caesalpiniaceae, Fabaceae e Mimosaceae parecem ter um papel fundamental como fontes de néctar para estas abelhas, como por exemplo, *Caesalpinia pyramidalis*, visitada em diferentes caatingas (Machado, 1990; Carvalho, 1999; Lewis & Gibbs, 1999).

Há pouco conhecimento sobre as plantas fornecedoras de pólen para as abelhas solitárias da caatinga. Espécies de Caesalpiniaceae dos gêneros *Senna* e *Chamaecrista* são importantes fontes de pólen neste habitat. Parece haver uma tendência à coleta de pólen em um número relativamente pequeno de espécies de plantas em cada local, embora a mesma espécie de *Centris* possa utilizar uma flora diferente ao longo de sua distribuição geográfica. A especialização de *Centris* em fontes de pólen não é comum. Todavia, há registro de pelo menos um caso na tribo Centridini (*Epicharis nigrita*), que parece estar restrita a uma única fonte de pólen e óleo (*Byrsonima intermedia*), mesmo quando outras estão disponíveis (Gaglianone, 2000). Outros estudos detalhados podem revelar a existência de outras Centridini oligoléticas.

Malpighiaceae foi a única fonte de óleos florais para as abelhas nas áreas estudadas. Além de *Stigmaphyllon auriculatum*, são conhecidas outras espécies desta família nas proximidades do Morro do Agenor, em Itatim: *Barnebya harleyi*, *Heteropterys* sp., *Janusia schwannioides* e *Thryallis longifolia*, além de *Angelonia campestris* (Scrophulariaceae) (França *et al.*, 1997), mas elas foram raras ao longo do transecto e/ou não estavam florescendo durante a amostragem. Observações adicionais são necessárias para verificar quais destas espécies são visitadas por *Centris* naquela área. Há registros de espécies de *Janusia* (Alves-dos-Santos, 1999), *Heteropterys* (Silveira, 1989; Pedro, 1992; Mateus, 1998) e *Angelonia* (Vogel & Machado, 1991) visitadas por *Centris* em outras áreas.

O padrão de exploração das fontes de óleo pelas abelhas Centridini tende a ser generalista, havendo geralmente pouca especificidade na relação planta-abelha (Gottsberger, 1986). Todavia, há indícios de especialização em pelo menos uma espécie de *Centris* que ocorre na caatinga. Vogel & Machado (1991) sugeriram que

C. hyptidis era especialista em *Angelonia pubescens* (Scrophulariaceae), apresentando evidências morfológicas de adaptação para a coleta de óleo nestas flores. Esta espécie de *Centris* foi coletada em Monte Santo, apenas em fonte de pólen (*Chamaecrista pascuorum*) e foi a única espécie que não visitou as flores de *Mcvaughia bahiensis* para extrair óleo. Observações em outras áreas de caatinga parecem corroborar a especificidade de *C. hyptidis* em *A. pubescens* (Aguiar *et al.*, submetido)

Apesar de algumas espécies como *C. moerens*, *C. xanthomelaena* e *C. hyptidis* terem sido registradas visitando poucas espécies de plantas, não é possível inferir que estas abelhas apresentem uma tendência de serem menos generalistas que as outras espécies, pois os resultados são influenciados pelo número de registros (e portanto pela distribuição geográfica e abundância local) de cada espécie. Naturalmente as espécies com distribuição geográfica mais ampla (*C. tarsata*, *C. aenea*, *C. fuscata* e *C. trigonoides*), que têm sido amostradas em outros habitats, apresentam uma maior probabilidade de serem registradas em outras plantas, enquanto *C. xanthomelaena* e *C. hyptidis* são espécies pouco abundantes e endêmicas da caatinga, tendo sido pouco representadas na maioria dos levantamentos.

Em conclusão, as abelhas do gênero *Centris* utilizam uma flora variada para a obtenção dos recursos (néctar, pólen e óleo) necessários à alimentação dos adultos e larvas, assim como para a construção de seus ninhos. Como em outras abelhas solitárias, o forrageio por néctar é mais generalista do que por pólen. A exploração de espécies de Caesalpiniaceae, Fabaceae e Malpighiaceae ocorre em diferentes habitats, mas as relações parecem geralmente não ser espécie-específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F. & ALMEIDA, G.F. 2000. Diversidade de abelhas do gênero *Centris* em ecossistemas de caatinga. **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto. p.300.
- AGUIAR, C.M.L. 1995. **Abundância, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga (São João do Cariri, PB) e suas interações com a flora apícola**. Dissertação de Mestrado. CCEN/DSE, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 105p.
- AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F. & MOURA, A.C.A. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). **Rev. Nordestina Biol.** 10(2):101-117
- 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**, Sér. Zool, 83:151-163.
- ALBUQUERQUE, P.M.C. & RÊGO, M.M.C. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Zool. 5(2):163-178
- ALBUQUERQUE, P.M.C. & MENDONÇA, J.A.C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera: Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica** 26:45-54.
- ALBUQUERQUE, P.M.C. 1998. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento em um ecossistema de dunas, na Ilha do Maranhão, MA, Brasil: composição, fenologia e interações**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata Atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revta bras. Ent.** 43(3/4):191-223.
- AVANZI, M.R. & CAMPOS, M.J.O. 1997. Estrutura de guildas de polinização de *Solanum aculeatissimum* Jacq. e *Solanum variabile* Mart. (Solanaceae). **Rev. Brasil. Biol.** 57(2):247-256.
- BAHIA - Centro de Estatísticas e Informações. 1994. **Informações básicas sobre os municípios baianos**. Salvador, pp. 279-282.
- CAMPOS, M.J.O. 1989. **Estudo das interações entre a comunidade de Apoidea, na procura de recursos alimentares e a vegetação de cerrado da Reserva de Corumbataí, SP**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 114p.
- CARVALHO, A.M.C. & BEGO, L.R. 1997. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea- Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, state of Minas Gerais, Brazil. **Revta bras. Ent.** 41(1):101-107.
- CARVALHO, C.A.L. 1999. **Diversidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves - BA**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 104p.

- CURE, J.R.; BASTOS FILHO, G.S.; OLIVEIRA, M.J.F. & SILVEIRA, F.A. 1993. Levantamento de abelhas silvestres na Zona da Mata de Minas Gerais, I – Pastagem na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Rev. Ceres** 40(228):131-161.
- FARIA, G.M. 1994. **A flora e a fauna apícola de um ecossistema de campo rupestre, Serra do Cipó, MG, Brasil: Composição, fenologia e suas interações.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 239p.
- FISCHER, E.A. & GORDO, M. 1993. *Qualea cordata*, pollination by the territorial bee *Centris tarsata* in the “ campos rupestres” , Brazil. **Ciência e Cultura** 45(2):144-147.
- FRANÇA, F.; MELO, E. & SANTOS, C.C. 1997. Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: I – Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. **Sitientibus** 17:163-184.
- FRANCO, A.L.M. 1995. **Ecologia da polinização e biologia reprodutiva de sete espécies de Phaseoleae (Fabaceae).** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 123p.
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of tress in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **J. Ecol.** 62:881-919.
- FRANKIE, G.W.; OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1976. Foraging behaviour of solitary bees: implications for outcrossing of a neotropical forest tree species. **J. Ecol.** 64:1049-1057.
- FRANKIE, G.W.; HABER, W.A.; OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones CE, Little RJ, eds., **Handbook of Experimental Pollination Biology**, Van Nostrand Reinhold, New York, pp.411-447.
- FRANKIE, G.; VINSON, S.B.; RIZZARDI, M.A.; GRISWOLD, T.L.; O' KEEFE, S. & SNELLING, R.R. 1998. Diversity and abundance of bees visiting a mass flowering tree species in disturbed seasonal dry forest, Costa Rica. **J. Kansas Entomol. Soc.** 70(4):281-296
- FREITAS, B.M. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **J. Apicult. Res.** 36(1):15-22.
- 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**, 133:303-311.
- GAGLIANONE, M.C. 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, p. 246-252.
- GIMENES, M.; BENEDITO-SILVA, A A & MARQUES, M. D. 1996. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans* (Onagraceae). **Biol. Rhythm Res.** 27(3):281-290

- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Bot. Jahrb. Syst.** **109** (4):469-500.
- GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Pl. Syst. Evol.** **152**:29-45.
- HEITHAUS, E.R. 1979. Community structure of Neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. **Ecology** **60**:190-202.
- JATOBÁ, L. 1994. **Geomorfologia do semi-árido**. Universidade Federal de Pernambuco, Núcleo de Educação Continuada, Recife, 31p.
- KESEL, R.H. 1973. Inselbergs landform elements: definition and synthesis. **Revue de Géomorphologie Dynamique**, **22**(3):97-108.
- LEWIS, G. & GIBBS, P. 1999. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of north-eastern Brazil. **Pl. Syst. Evol.** **217**:43-53.
- MACHADO, I.C.M. 1990. **Biologia floral de espécies de caatinga no município de Alagoinha (PE)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 245p.
- MACHADO, I.C.M.; BARROS, L.M. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica** **29**(1):57-68.
- MARTINS, C.F. 1990. **Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 138p.
- MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de Abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do Estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordestina Biol.** **9**(2):225-257.
- MARTINS, C.F. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym., Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis, BA, Brasil). **Rev. Nordestina Biol.** **10**(2):119-140.
- MATEUS, S. 1998. **Abundância Relativa, Fenologia e Visita às flores pelos Apoidea do cerrado da Estação Ecológica de Jataí – Luiz Antônio- SP**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 159p.
- MICHENER, C.D. 1979. Biogeography of the bees. **Ann. Missouri Bot. Gard.** **68**:301-322.
- MOURE, J.S. & CASTRO, M.S. 2001. Uma nova espécie de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Apoidea, Anthophoridae) do Nordeste do Brasil. **Revta bras. Zool.** **18**: 329-333.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** **3**:231-236
- PEDRO, S.R.M. 1992. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajuru, NE do Estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia

Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 200p.

- PINHEIRO, M.C.B. 1995. **Biologia da reprodução de cinco espécies de Melastomataceae da Restinga de Maricá, RJ.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 162p.
- RAW, A. 1985. The ecology of Jamaican bees (Hymenoptera). **Revta bras. Ent.** **29(1):1-16**
- REBÊLO, J.M.M. 1995. Espécies de Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) e sua associação com flores, numa área restrita da Ilha de São Luís, MA, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Zool. **11(2):105-124.**
- RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.). Kunth, Malpighiaceae. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Zool. **5(2):179-193.**
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S. & MOURE, J.S. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil - preliminary report. **J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.**, Ser. IV, Zool., **16:252-291.**
- SCHLINDWEIN, C. 1995. **Willbienen und ihre Trachtpflanzen in einer südbrazilianischen Buschlandschaft: Fallstudie Guaritas, Bestäubung bei kakteen und Loasaceen.** Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, 148p.
- SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, 131-141.
- SILVA, M.C.M. & MARTINS, C.F. 1998. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo- PB, Brasil). **Principia** **7:40-51.**
- SILVA, M.T.A. 1982. **A estratégia de reprodução de *Stigmaphyllon paralias* Juss (Malpighiaceae).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 107p
- SILVA, S.I. 1996. **Floração e frutificação de duas variedades de *Byrsonima sericea* DC.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 92p.
- SILVEIRA, F.A. 1989. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 50p.
- SILVEIRA, F.A.; ROCHA, L.B.; CURE, J.R. & OLIVEIRA, M.J.F. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, apoidea) da Zona da Mata de Minas Gerais II. Diversidade, Abundância e Fontes de Alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. **Revta bras. Ent.** **37(3):595-610.**
- SILVEIRA, F. & CAMPOS, M.J.O.1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do Cerrado (Hymenoptera, Apoidea). **Revta bras. Ent.** **39(2):371-401.**
- SNELLING, R.R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of american centridine bees (Hymenoptera: Anthophoridae). **L. A. Co. Mus. Contrib. Sci.**, **347:1-69.**

- TEIXEIRA, L.A.G. & MACHADO, I.C.M. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta bot. bras.** **14**: 347-357.
- VIANA, B.F. 1999a. A comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** **28**(4):635-645.
- VIANA, B.F. 1999b. **Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas litorâneas da APA das Lagoas e Dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações.** Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.
- VIEIRA, A.C.M. 1995. **Biologia da polinização e sistema de reprodução de *Peixotoa hispidula* Juss (Malpighiaceae).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- VINSON, S.B.; FRANKIE, G.W. & WILLIAMS, H.J. 1996. Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). **Florida Entomol.** **79**:109-129.
- VOGEL, S. & MACHADO, I.C.S. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE, Brasil. **Pl. Syst. Evol.** **178**:153-178.
- WILMS, W. 1995. **Die Bienenfauna im Küstenregenwald brasiliens und ihre Beziehungen zu blütenpflanzen: fallstudie Boracéia, São Paulo.** Doktors Dissertation. Universität Tübingen, 218p.
- WOLDA, H. & ROUBIK, D.W. 1986. Nocturnal bee abundance and seasonal bee activity in a Panamian forest. **Ecology** **67**(2):426-433.
- ZANELLA, F.C.V. 2000a. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga (NE do Brasil). **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto, pp. 197-203.
- ZANELLA, F.C.V. 2000b. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformis): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, **31**: 579-592.

Capítulo 5

Atividade de coleta de óleo por espécies de *Centris* (Apidae, Centridini) em *Mcvaughia bahiensis* W.R. Anderson (Malpighiaceae) na caatinga, com ênfase nos aspectos temporais.

ABSTRACT

OIL-COLLECTING ACTIVITY BY *CENTRIS* SPECIES (APIDAE, CENTRIDINI) ON *MCVAUGHIA BAHIENSIS* W.R. ANDERSON (MALPIGHIACEAE) IN THE CAATINGA, WITH EMPHASIS ON TEMPORAL ASPECTS.

Temporal aspects of oil-collecting activity by bees of the genus *Centris* on *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae) flowers were investigated by monitoring floral visits in an area of Caatinga in Monte Santo, State of Bahia, Brazil. Among nine species recorded, *C. aenea*, *C. obsoleta*, and *C. fuscata* were the most frequent visitors. Analysis of the occurrence of visits frequency between 06:00 and 18:00 hr, using circular statistic methods, demonstrated that the distribution of occurrence was not uniform (significance by Rayleigh test). All species concentrated their activity in the morning. Comparisons between species (Watson & Williams test) demonstrated significant differences in their acrophases. Two of the three species studied were simultaneously frequent only in October, and they had significantly different acrophases (*C. aenea* = 12:01h; *C. fuscata* = 10:29h). *Centris aenea* was the only frequent species during a number of different months, and then it demonstrated no significantly different acrophases on February (11:25h) and October (12:01h), but differences were significant between February and March (10:22h) as well as between March and October. *Centris obsoleta* showed acrophase at 09:03h and it was observed only during autumn (May). *C. fuscata* and *C. obsoleta* showed a unimodal pattern of morning activity, while *C. aenea* tended to a bimodal pattern, with a low peak in mid afternoon. The most frequent species showed fluctuation in their occurrence frequency during different months, and none was frequent in all of the months analyzed.

KEY WORDS: oil-collecting bees, plant-bee interactions, daily activity, dry forests

RESUMO

Os aspectos temporais da atividade de coleta de óleo por abelhas do gênero *Centris* em *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae) foram investigados em uma área de Caatinga, em Monte Santo, BA, através do monitoramento das visitas às flores. Nove espécies foram registradas, sendo que *C. aenea*, *C. obsoleta* e *C. fuscata* foram as mais freqüentes. A análise da freqüência de ocorrências de visitas usando o método de estatística circular, mostrou que a distribuição das ocorrências não foi homogênea ao longo do dia, nas três espécies analisadas (significância dada pelo teste de Rayleigh), que apresentaram concentração da atividade de coleta de óleo pela manhã. As comparações entre as espécies (teste de Watson & Williams) revelaram diferenças significativas nos horários de acrofase. Apenas em outubro duas das três espécies estudadas foram simultaneamente freqüentes e elas apresentaram diferença significativa nos horários de acrofase (*C. aenea* = 12:01h; *C. fuscata* = 10:29h). *Centris aenea* foi a única espécie freqüente em diferentes meses e não apresentou diferença significativa nos horários da acrofase em fevereiro (11:25h) e outubro (12:01h), mas as diferenças foram significativas entre fevereiro e março (10:22 h), assim como entre março e outubro. *Centris obsoleta* apresentou acrofase mais cedo, às 09:03h, e sua ocorrência foi restrita ao outono (maio). Enquanto *C. fuscata* e *C. obsoleta* apresentaram um padrão de atividades unimodal matutino, *C. aenea* tendeu para um padrão bimodal, com um segundo pico (menor) de ocorrências no meio da tarde. As espécies mais freqüentes apresentaram flutuações na freqüência de ocorrências em diferentes meses e nenhuma espécie foi freqüente em todos os meses analisados.

PALAVRAS-CHAVE: abelhas coletoras de óleo, interações abelha-planta, atividade diária, florestas secas.

INTRODUÇÃO

As abelhas da tribo Centridini são tipicamente coletoras de óleo, com exceção de algumas espécies dos subgêneros *Xerocentris* e *Wagenknechtia*, nas quais este hábito foi perdido secundariamente (Buchmann, 1987). O uso do óleo pelas espécies de *Centris* tem sido alvo de investigação há várias décadas, desde que Vogel (1974) hipotetizou que o óleo seria usado em substituição ao néctar como componente do alimento larval. Posteriormente isto foi confirmado para algumas espécies (Vinson *et al.*, 1997), mas não para outras, que utilizam o néctar como alimento larval (Vinson *et al.*, 1996), enquanto o óleo é usado apenas na construção e/ou revestimento interno das células.

A produção de óleo pelas plantas e sua coleta pelas abelhas envolvem especializações morfológicas em ambos os grupos. O óleo é produzido em glândulas florais especiais (elaióforos), que nas espécies de Malpighiaceae estão localizados no cálice e são do tipo epiteliais (Vogel, 1974), compreendendo áreas de tecido glandular com células epidérmicas secretoras de lipídeos, que se acumulam sob uma cutícula protetora. O óleo é liberado quando a cutícula é rompida por ação mecânica (raspagem) das pernas das abelhas (Simpson & Neff, 1981). Os aparelhos coletores de óleos florais nas abelhas apresentam morfologia variável e na maioria dos casos estão situados nas pernas anteriores e médias. Dentro do gênero *Centris* há uma variedade de modificações relacionadas com a radiação do espectro de plantas produtoras de óleo (Simpson & Neff, 1981). A maioria das espécies de *Centris* apresenta, além de um pente primário formado por uma fileira de cerdas gigantes e achatadas, uma estrutura em forma de capuz, formada por duas a cinco cerdas espatuladas altamente modificadas (Neff & Simpson, 1981).

Investigações sobre as atividades de forrageamento de *Centris* nas flores de Malpighiaceae têm sido realizadas com ênfase no papel destas abelhas como polinizadores e na biologia reprodutiva das plantas (Gottsberger, 1986; Rêgo & Albuquerque, 1989). Quanto aos aspectos temporais do forrageamento, há informações disponíveis sobre os horários de captura ou de visitas das abelhas em algumas plantas, como *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Malpighiaceae) (Albuquerque & Rêgo, 1989), *Malpighia emarginata* L. (Freitas *et al.*, 1999), *Solanum* sp. (Solanaceae) (Avanzi & Campos, 1997) e em floras de áreas restritas (Gottsberger *et al.*, 1988; Albuquerque & Mendonça, 1996), mas pesquisas dirigidas

para investigar os padrões diários de forrageamento destas abelhas e as interações temporais entre abelhas e flores de óleo não foram ainda realizadas.

Este estudo teve como objetivo caracterizar o padrão diário de coleta de óleo de diferentes espécies de *Centris* em *Mcvaughia bahiensis* W.R. Anderson (Malpighiaceae), em uma área de caatinga. A diversidade de plantas fornecedoras de óleo na região é pequena e outras fontes de óleo além de *M. bahiensis* são quantitativamente limitadas (Aguar, não publicado). Considerando que o óleo é um recurso fundamental para as espécies de *Centris* e que *M. bahiensis* constitui a principal fonte deste recurso naquela área, é esperada uma elevada sobreposição temporal na exploração desta fonte de óleo pelas espécies simpátricas de *Centris*.

MATERIAL E MÉTODOS

As observações das visitas das espécies de *Centris* às flores de *M. bahiensis* foram realizadas na Fazenda Bom Jesus (10° 19' 30" S; 39° 13' 59" W), situada entre os municípios de Monte Santo e Euclides da Cunha, nordeste do Estado da Bahia, a aproximadamente 370 km de Salvador. O clima da região é semi-árido tropical, com temperatura média anual de 23,6° C, mínima de 19,7° C e máxima de 28,6° C, e pluviosidade média anual de 657 mm (mínima de 295mm/ano e máxima de 1466 mm/ano) (Bahia, 1994). Durante este estudo houve alguns períodos chuvosos relativamente curtos (maio-junho; agosto-setembro, novembro-dezembro), intercalados por meses com menor pluviosidade ou ausência total de chuvas (outubro/2000). O período seco mais longo foi no primeiro quadrimestre do ano (fig 5.1).

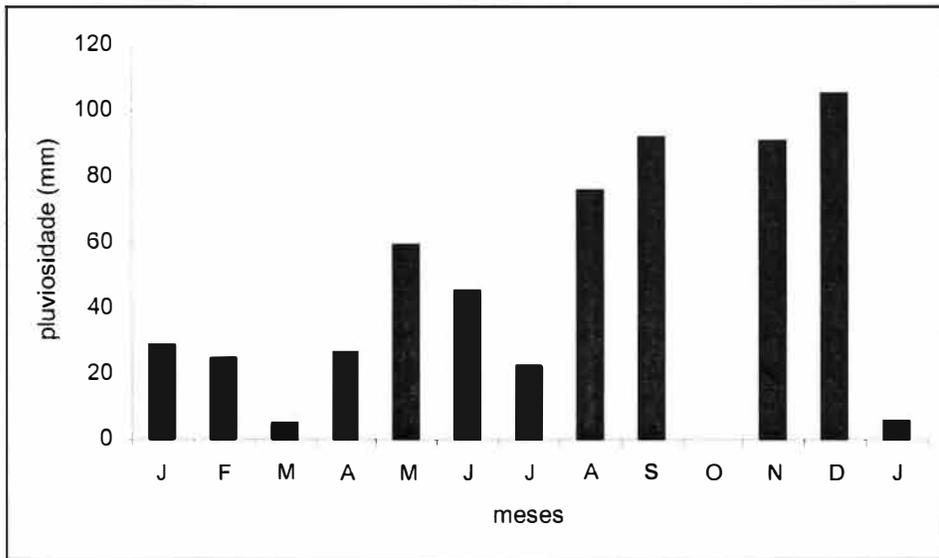


Fig. 5.1. Pluviosidade mensal (em mm) em Euclides da Cunha (BA), de janeiro de 2000 a janeiro de 2001.

Mcvaughia é um gênero monotípico e *M. bahiensis* é endêmica da caatinga (Harley, 1996). É uma planta arbustiva, atingindo aproximadamente 1,50 m de altura (fig. 5.2). As flores são pequenas, amarelas (fig. 5.3), agrupadas em inflorescências do tipo cacho, que reúnem em geral mais de 20 flores. Em uma planta em floração intensiva foram contadas 80 inflorescências. A flor permanecia aberta por até quatro dias, sendo que no segundo dia as pétalas começavam a cair. Desde botões até flores de diferentes idades foram exploradas pelas abelhas para obtenção de óleo.

Amostragem

A coleta de dados foi feita nos meses de fevereiro (01 a 03/02/2000), março (25 a 27/03/00), maio (05 a 07/05/00) e outubro (11 a 13/10/00), durante três dias consecutivos em cada amostragem. Em janeiro e julho de 2001, a planta não estava em florescimento. No dia anterior ao início das observações, foram selecionados de dois a três indivíduos para estudo. De 06:00 às 18:00 h foram registradas continuamente as ocorrências de abelhas visitando as flores das plantas selecionadas. Neste estudo, denominamos de "ocorrência" cada vez que uma fêmea de *Centris* foi observada coletando óleo nas plantas estudadas. Durante cada ocorrência foram registrados o tempo decorrido entre a chegada da abelha na planta e sua saída, e o número de flores visitadas por planta. A cada hora foram registrados os valores da temperatura (fig. 5.4) e da umidade relativa do ar (fig. 5.5), com a utilização de um termohigrômetro digital.

Análise dos dados

A análise da distribuição da frequência de ocorrência de visitas das espécies às flores de *M. bahiensis* ao longo do dia foi realizada usando estatística circular, na qual os dados são representados por pontos ao redor de um círculo. Os vetores médios diários correspondentes às visitas às flores das espécies observadas foram calculados, e sua significância foi avaliada pelo teste de Rayleigh. As comparações entre as espécies foram feitas utilizando o teste de Watson & Williams (Zar, 1974). Durante as análises, os dados foram agrupados em intervalos de 15 minutos.



Fig. 5.2. Arbusto de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae).



Fig. 5.3. Inflorescência de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae).

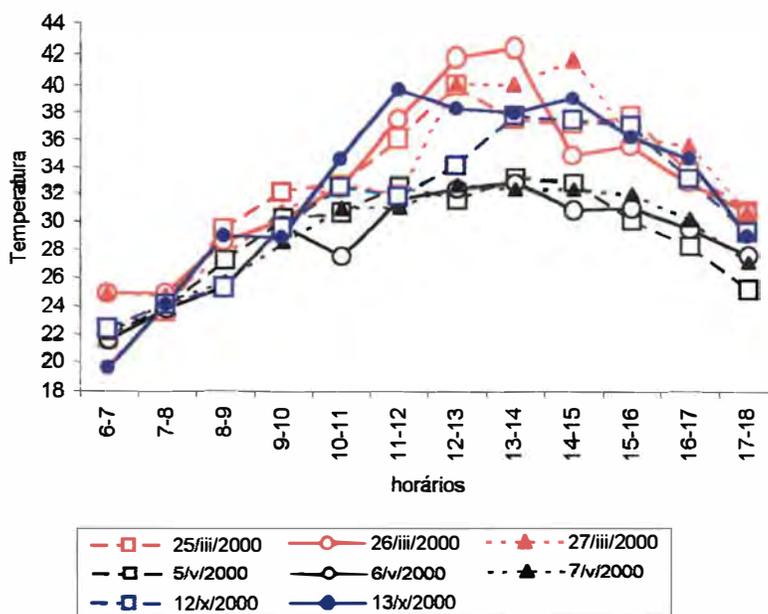


Fig. 5.4. Temperatura do ar (em °C) em Monte Santo (BA), durante as observações das atividades de coleta de óleo pelas abelhas nas flores de *Mcvaughia bahiensis*.

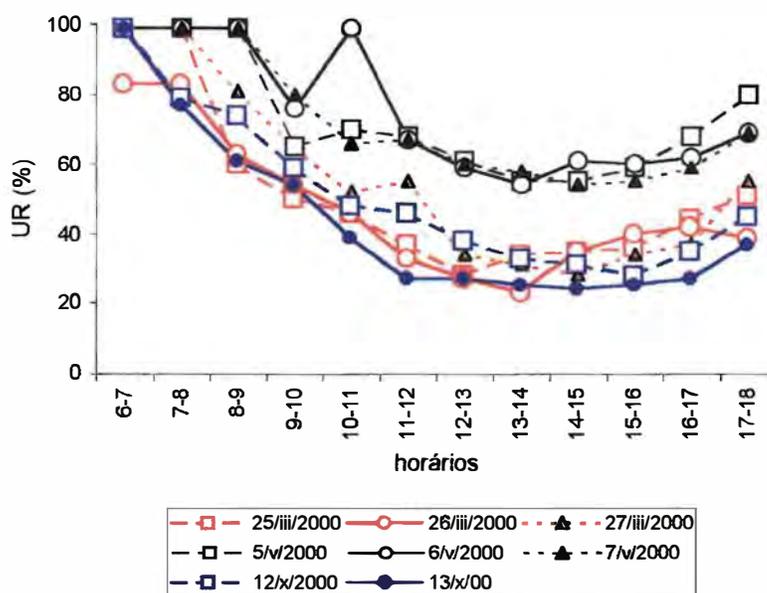


Fig. 5.5. Umidade relativa (UR) do ar em Monte Santo (BA), durante as observações das atividades de coleta de óleo pelas abelhas nas flores de *Mcvaughia bahiensis*.

RESULTADOS

Visitantes de *Mcvaughia bahiensis*

Nove espécies de *Centris* foram registradas coletando óleo em *M. bahiensis*: *C. (Centris) aenea*, *C. (Centris) flavifrons*, *C. (Melacentris) obsoleta*, *C. (Trachina) fuscata*, *C. (Hemisiella) tarsata*, *C. (Hemisiella) vittata*, *C. (Hemisiella) trigonoides*, *C. (Ptilotopus) moerens* e *C. (Paracentris) xanthomelaena*. Nas amostragens da primavera (outubro) e do verão (fevereiro), *C. aenea* foi o visitante com maior número de ocorrências, além de ter sido a única espécie observada nas flores daquela planta na transição verão-outono (final de março), enquanto no meio do outono (maio), apenas *C. obsoleta* estava em atividade (fig. 5.6).

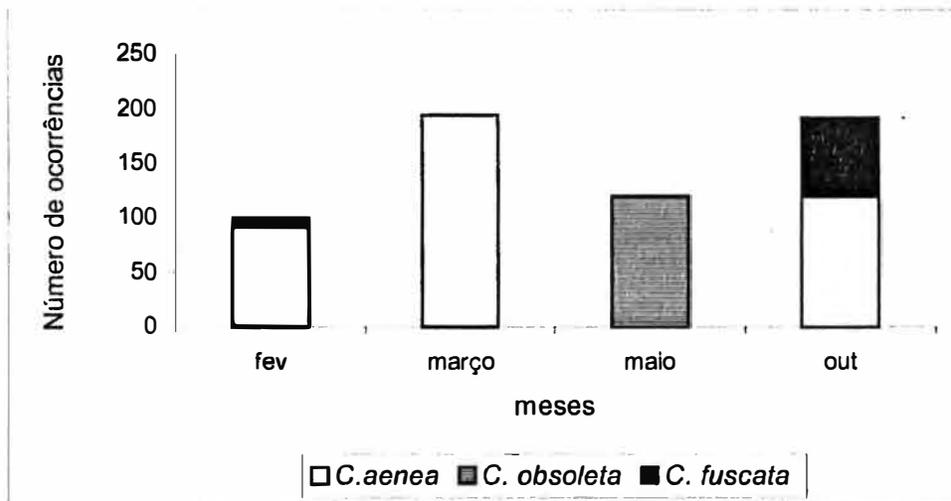


Fig. 5.6. Número de ocorrências das espécies de *Centris* nas flores de *Mcvaughia bahiensis*, em cada mês de observação, em Monte Santo (BA).

Aspectos temporais da coleta de óleo

As atividades de coleta de óleo nas flores de *M. bahiensis* foram registradas para as três espécies de abelhas mais freqüentes: *C. aenea*, *C. obsoleta* e *C. fuscata*. Durante as visitas às flores de *M. bahiensis*, as fêmeas de *C. aenea* (fig. 5.7) permaneceram de 5 a 1.420 segundos nas plantas em observação. A extração do óleo de uma flor durou de 1 a 3 segundos (\bar{X} = 1,93 ± 0,60 seg.; n = 28). Em cada visita às plantas, as fêmeas coletaram óleo em 1 a 369 flores, porém o mais comum foi a exploração de menos de 20 flores em cada visita (Tabela 5.1). O horário de pico do número de flores visitadas por *C. aenea* foi variável nos diferentes meses (fig 5.8).

Centris obsoleta foi registrada apenas em maio (fig. 5.6). A permanência das fêmeas nas plantas variou de 2 a 923 segundos e elas gastaram de 2 a 6 segundos (\bar{X} = 3,38 ± 1,13 seg.; n = 24) para visitar uma flor. Em cada visita, as fêmeas coletaram óleo em 1 a 132 flores, sendo mais freqüente a exploração de até 20 flores por visita (Tabela 5.1). O horário de pico do número de flores visitadas por esta espécie foi de 6 às 8h (fig. 5.8).

Centris fuscata ocorreu nas amostragens de fevereiro e outubro, quando foi o segundo visitante mais freqüente de *M. bahiensis* (fig. 5.6). O tempo de permanência das fêmeas nas plantas variou de 2 a 224 segundos. Em cada visita, as fêmeas coletaram óleo em 1 a 77 flores (Tabela 5.1). O horário de pico do número de flores visitadas por *C. fuscata* foi de às 9 às 11h (fig. 5.8).

Tabela 5.1. Percentual de ocorrências de espécies de *Centris* registradas nas flores de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae), de acordo com o número de flores visitadas, em Monte Santo, BA.

Número de flores Visitadas	Percentual de visitas		
	<i>C. aenea</i>	<i>C. obsoleta</i>	<i>C. fuscata</i>
1 – 20	35%	80%	56%
21- 40	23%	11%	29%
41-60	8%	4%	10%
61-80	10%	3%	5%
81-100	10%	0	0
> 100	14%	2%	0



Fig. 5.7. *Centris aenea* (Apidae, Centridini) coletando óleo em flor de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae).

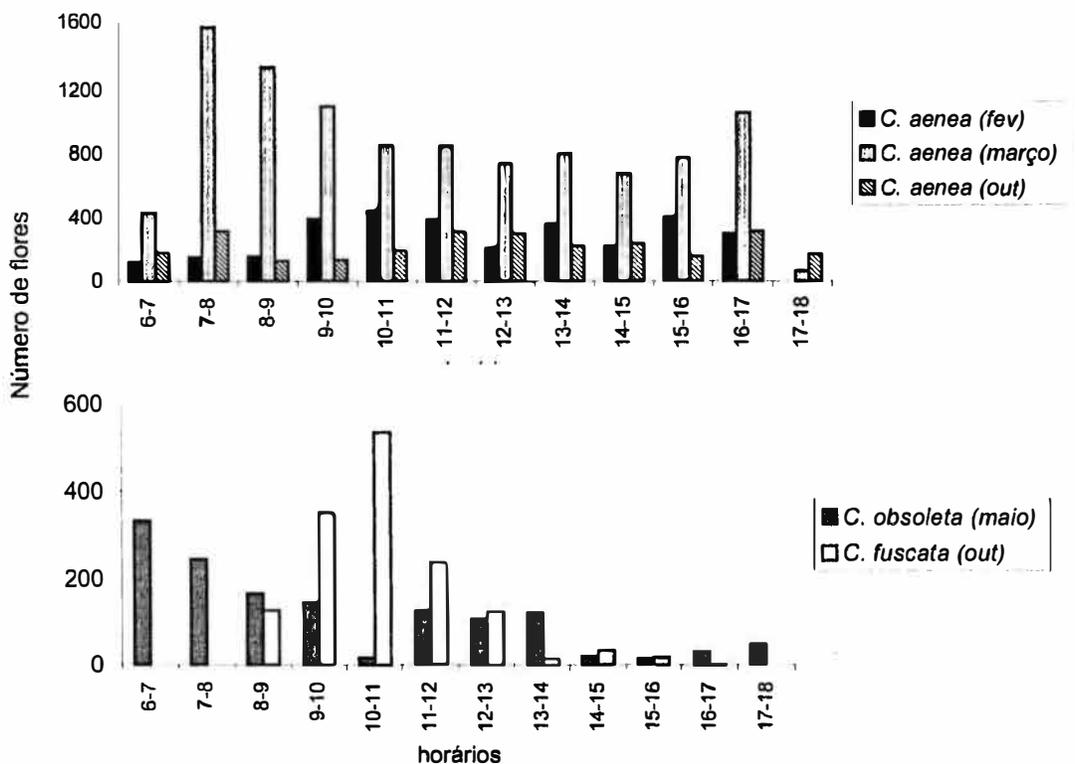


Fig. 5.8. Número de flores de *Mcvaughia bahiensis* visitadas pelas espécies de *Centris* em cada intervalo de hora, ao longo dos dias de observações, em Monte Santo (BA).

A atividade de coleta de óleo de *C. aenea* iniciou-se por volta de 05:40 h e terminou em geral ao redor de 17:00 h. Os horários com maior número de ocorrências de *C. aenea* diferiram nos três meses analisados. Em fevereiro e março, houve uma queda no número de ocorrências no começo da tarde (12:00 às 15:00 h), seguido de um aumento nos horários de 15:00 às 17:00 h (fig. 5.9).

Centris obsoleta começou a visitar as flores por volta de 05:25 h, um pouco antes do nascer do sol (05:42 h em maio) e encerrou as atividades no começo ou no meio da tarde. Embora tenha sido registrada até 17:20 h em um dos dias de observação, em dois dias quentes e ensolarados, a última ocorrência foi às 12:36 h e 15:13 h, respectivamente. O maior número de ocorrências foi de 06:00 às 07:00 h (fig. 5.10). Diferentemente, *Centris fuscata* teve poucas ocorrências registradas nas primeiras horas da manhã, apresentando uma concentração da atividade entre 08:00 e 12:00 h (fig. 5.11) e poucas ocorrências no período vespertino.

A análise da frequência de ocorrências das espécies usando o método de estatística circular (Tabela 5.2), mostrou que a distribuição das ocorrências de visitas às plantas não foi homogênea ao longo do dia (significância dada pelo teste de Rayleigh) em nenhuma das três espécies, indicando uma concentração da atividade de coleta de óleo pela manhã. As comparações entre as espécies (teste de Watson & Williams) revelaram diferenças significativas nos horários de acrofase de diferentes espécies. Apenas em outubro, duas das três espécies estudadas foram simultaneamente freqüentes e elas apresentaram diferença significativa nos horários de acrofase (*C. aenea* = 12:01h; *C. fuscata* = 10:29h) (Tabela 5.3). *Centris aenea* foi a única espécie freqüente em diferentes meses. Não houve diferença significativa nos horários de acrofase desta espécie nos meses de fevereiro (11:25h) e outubro (12:01h), porém as diferenças foram significativas entre fevereiro (11:25h) e março (10:22h), assim como entre março (10:22h) e outubro (12:01h). *Centris obsoleta* apresentou acrofase mais cedo do que as outras espécies (09:03h).

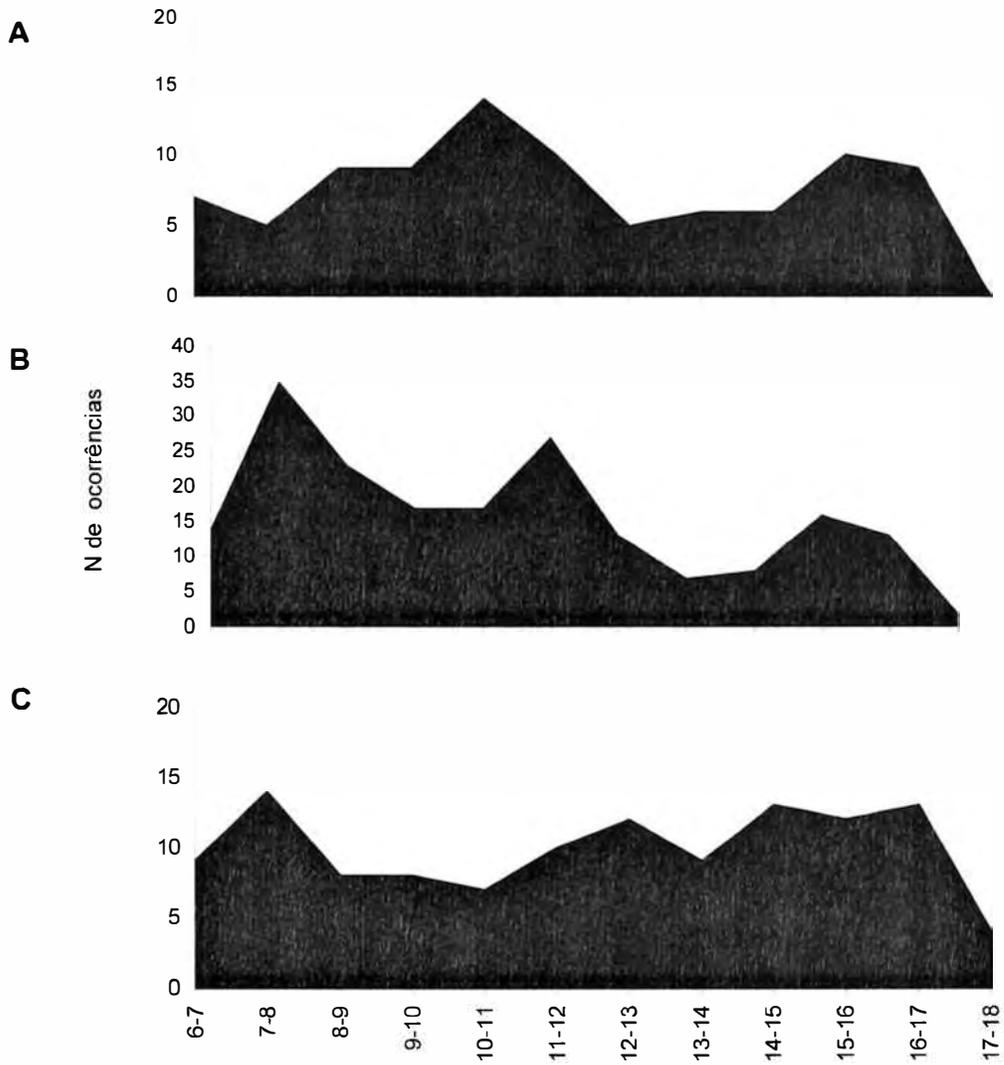


Fig. 5.9. Número de ocorrências de *Centris aenea* nas flores de *Mcvaughia bahiensis*, em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA). **A:** fevereiro, **B:** março, **C:** outubro.

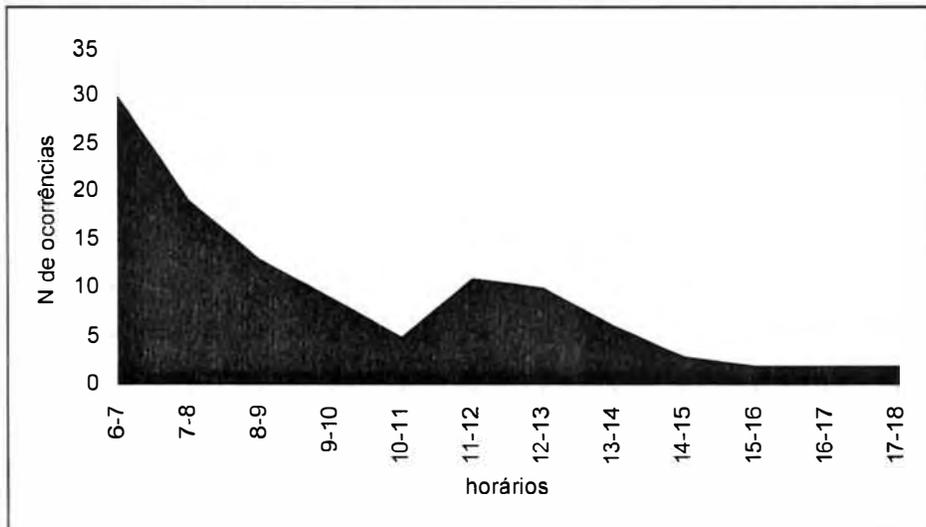


Fig. 5.10. Número de ocorrências de *Centris obsoleta* nas flores de *Mcvaughia bahiensis* em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA).

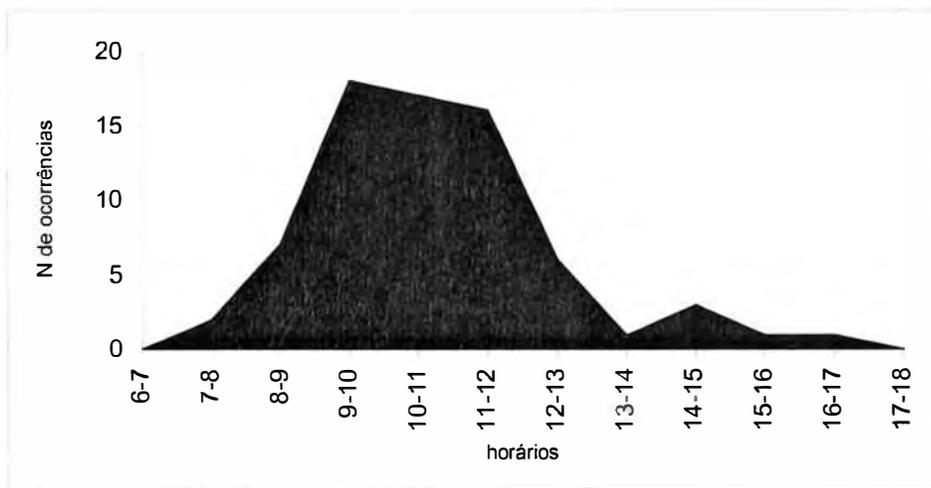


Fig 5.11. Número de ocorrências de *Centris fuscata* nas flores de *Mcvaughia bahiensis*, em cada intervalo de hora, em Monte Santo (BA).

Tabela 5.2. Horários de acrofase da atividade de coleta de óleo pelas espécies de *Centris* nas flores de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae) em Monte Santo (BA). A acrofase de cada espécie é dada em hora local (h:min). **s**: desvio angular padrão; **r**: significância dos dados, obtida através do Teste de Rayleigh; **N**: número de observações.

Espécie	Mês	Horário da Acrofase	s	r	N
<i>C. obsoleta</i>	maio	09:03h	2h 40min	0,754	110
<i>C. fuscata</i>	outubro	10:29h	1h 40min	0,904	71
<i>C. aenea</i>	março	10:22h	2h 52min	0,716	183
<i>C. aenea</i>	fevereiro	11:25h	2h 54min	0,709	90
<i>C. aenea</i>	outubro	12:01h	3h 11min	0,650	116

Tabela 5.3. Comparações das acrofases da atividade de coleta de óleo das espécies de *Centris* nas flores de *Mcvaughia bahiensis* (Malpighiaceae), em Monte Santo (BA). A acrofase de cada espécie em cada mês é dada em hora local (h:min). A significância das comparações é dada pelo teste de Watson-Williams ($p < 0,05$). As diferenças nos horários da acrofase são significativas quando o valor de F é maior que o valor crítico de F.

Espécie 1 (sp 1)	Espécie 2 (sp 2)	Acrofase sp 1	Acrofase sp 2	F	Conclusão
<i>C. aenea</i> (fevereiro)	<i>C. aenea</i> (março)	11:25	10:22	6,53	Signicativo
<i>C. aenea</i> (fevereiro)	<i>C. aenea</i> (outubro)	11:25	12:01	1,61	Não significativo
<i>C. aenea</i> (março)	<i>C. aenea</i> (outubro)	10:22	12:01	17,03	Signicativo
<i>C. aenea</i> (fevereiro)	<i>C. obsoleta</i> (maio)	11:25	09:03	29,87	Signicativo
<i>C. aenea</i> (março)	<i>C. obsoleta</i> (maio)	10:22	09:03	13,15	Signicativo
<i>C. aenea</i> (outubro)	<i>C. obsoleta</i> (maio)	12:01	09:03	46,40	Signicativo
<i>C. aenea</i> (fevereiro)	<i>C. fuscata</i> (outubro)	11:25	10:29	5,20	Signicativo
<i>C. aenea</i> (março)	<i>C. fuscata</i> (outubro)	10:22	10:29	0,09	Não significativo
<i>C. aenea</i> (outubro)	<i>C. fuscata</i> (outubro)	12:01	10:29	12,72	Signicativo
<i>C. obsoleta</i> (maio)	<i>C. fuscata</i> (outubro)	09:03	10:29	15,14	Signicativo

DISCUSSÃO

As espécies de *Centris* analisadas neste trabalho coletaram óleo ao longo do dia, mas as atividades foram concentradas no período matutino, concordando com observações de outros autores (Gottsberger *et al.*, 1988; Albuquerque & Rêgo, 1989; Albuquerque & Mendonça, 1996; Freitas *et al.*, 1999), as quais indicaram que, de um modo geral, a maior parte das visitas às flores por estas abelhas ocorre antes do meio-dia, em habitats tropicais quentes e ensolarados do Nordeste do Brasil, como caatinga e vegetação de dunas.

Enquanto *C. obsoleta* e *C. fuscata* apresentaram um padrão de atividade unimodal matutino e grande redução na atividade no período da tarde, *C. aenea* teve um segundo pico de atividade menor a partir do meio da tarde, tendendo para um padrão de atividade bimodal. Dentre os fatores sugeridos para explicar as diferenças inter-específicas nos padrões temporais de atividade das abelhas estão a variação do tamanho corporal (Herrera, 1990) e de sua refletância, que afetam a temperatura corporal (Willmer, 1983), mas outros fatores, relacionados com as estratégias de forrageamento e a oferta de recursos florais, podem estar envolvidos.

É provável que *C. obsoleta* seja mais sensível às temperaturas elevadas. Sua ocorrência esteve restrita ao outono, quando as temperaturas máximas estão em torno de 31° a 33° C (enquanto no verão podem chegar a 43° C), e sua atividade nos horários mais quentes do dia foi bastante reduzida. Esta espécie é rara na caatinga, representada em poucas localidades e por poucos indivíduos (Viana, 1999; Aguiar *et al.*, 2000). Segundo Willmer (1982), a tolerância que uma espécie de inseto pode ter quanto ao microhabitat e os aspectos temporais de suas atividades são fortemente influenciados pelo seu balanço térmico, que é afetado por vários fatores, como tamanho, forma do corpo e área de superfície, coloração e pilosidade, os quais afetam as taxas de troca de calor com o ambiente. *Centris obsoleta* apresenta grande tamanho e coloração preta, características que lhe conferem uma baixa refletância (Willmer, 1983). Espécies com estas características correm alto risco de super-aquecimento, que pode causar a morte, por isso têm que evitar alta insolação constante (Willmer, 1982).

A diminuição na frequência de abelhas coletando óleo no período da tarde, especialmente entre 12:00 e 15:00h, quando a temperatura pode estar até 20° C

acima da observada no início da manhã, pode ser tentativamente explicada por três hipóteses:

- 1) as fêmeas interromperiam as atividades de forrageamento nas horas mais quentes do dia (começo da tarde) para evitar o stress térmico;
- 2) as fêmeas teriam obtido quantidade suficiente de óleo, e, ou teriam se deslocado para outras plantas a fim de coletar pólen ou néctar, ou estariam nos ninhos realizando atividades internas, já que após coletar a quantidade suficiente de um recurso para uma célula, as fêmeas passam para a próxima etapa do processo de nidificação (Jesus, 1995; Pereira, 1997).
- 3) a oferta de óleo poderia ser reduzida durante a tarde, tornando o forrageamento nesta planta pouco proveitoso.

A primeira hipótese é respalda por padrões similares observados em outras espécies de abelhas, que apresentaram atividade diária bimodal, com redução da atividade de forrageamento sob condições de forte insolação no meio do dia (D'Albore, 1988; Willmer, 1983; Herrera, 1990; Sihag, 1993). Esta estratégia diminuiria o risco de super-aquecimento, que é maior em espécies grandes, que pairam ou batem as asas muito rapidamente enquanto voam (Herrera, 1990), o que é característico de várias espécies de *Centris*.

A segunda e terceira hipóteses necessitam do suporte fornecido, respectivamente, pelo monitoramento das fêmeas em locais de nidificação e pela investigação do padrão diário de produção de óleo pelas flores. Foi observado que os padrões de visitação de flores de algumas espécies de abelhas são temporalmente ajustados à oferta de pólen e néctar pelas plantas (Gimenes *et al.*, 1993, 1996), porém não foram feitas investigações similares em relação ao óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C.M.L.; MARTINS, C.F. & ALMEIDA, G.F. 2000. Diversidade de abelhas do gênero *Centris* em ecossistemas de caatinga. **Anais do IV Encontro sobre abelhas**, Ribeirão Preto. p.300.
- ALBUQUERQUE, P.M.C. & MENDONÇA, J.A.C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera: Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica** 26:45-54.
- ALBUQUERQUE, P.M.C. & RÊGO, M.M.C. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Zool. 5(2):163-178
- AVANZI, M.R. & CAMPOS, M.J.O. 1997. Estrutura de guildas de polinização de *Solanum aculeatissimum* Jacq. e *Solanum variabile* Mart. (Solanaceae). **Rev. Brasil. Biol.** 57(2):247-256.
- BAHIA - Centro de Estatísticas e Informações. 1994. **Informações básicas sobre os municípios baianos**. Salvador. pp. 498-500
- BUCHMANN, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 18:343-369.
- D'ALBORE, G.C.R. 1988. Attività bottinatrice giornaliera di *Bombus* Latr. E *Psithyrus* Lep. (Hymenoptera, Apidae) in varie fasce altitudinali dell'Umbria e delle Marche. **Redia** 71:99-114.
- 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**, 133:303-311.
- GIMENES, M.; BENEDITO-SILVA, A.A. 1993. Chronobiologic aspects of a coadaptive process: the interaction of *Ludwigia elegans* flowers and their more frequent bee visitors. **Chronobiol. Int.** 10 (1):20-30.
- GIMENES, M.; BENEDITO-SILVA, A.A. & MARQUES, M.D. 1996. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans* (Onagraceae). **Biol. Rhythm Res.** 27(3):281-290
- GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Pl. Syst. Evol.** 152:29-45.
- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Bot. Jahrb. Syst.** 109 (4):469-500.
- HARLEY, R.M. 1996. Examples of endemism and phytogeographical elements in the caatinga flora. Pp. 219-227. In: **Anais da 4ª Reunião Especial da SBPC**, Feira de Santana. 508p.

- HERRERA, C.M. 1990. Daily pattern of pollinator activity, differential pollinating effectiveness, and floral resource availability, in a summer-flowering Mediterranean shrub. **Oikos** 58:277-288.
- JESUS, B.M.V. 1995. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 69p.
- NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1981. Oil-collecting structures in Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **J. Kansas Entomol. Soc.** 54(1):95-123.
- PEREIRA, M. 1997. **Comportamento de nidificação e abundância sazonal de *Centris (Hemisiella) vittata* Lepageletier (Hymenoptera: Apidae: Apinae: Centridini)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 85p.
- RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.). Kunth, Malpighiaceae. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zool.** 5(2):179-193.
- SIHAG, R.C. 1993. Behaviour and ecology of the subtropical carpenter bee, *Xylocopa frenalata* F. 6. Foraging dynamics, crop hosts and pollination potential. **Journal of Apicultural Research** 32(2):94-101.
- SIMPSON, B.B. & NEFF, J.L. 1981. Floral rewards, alternatives to pollen, and nectar. **Ann. Missouri Bot. Gard.** 68:301-322.
- VOGEL, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Biene. **Akad. Wiss. Math.-Naturwiss. Kl. Trop. Pflanzenwelt** 7:1-267.
- VIANA, B.F. 1999. A comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **An. Soc. Entomol. Brasil** 28(4):635-645
- VINSON, S.B.; FRANKIE, G.W. & WILLIAMS, H.J. 1996. Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). **Florida Entomologist** 79(2):109-129
- VINSON, S.B.; WILLIAMS, H.J.; FRANKIE, G.W. & SHRUM, G. 1997. Floral lipids chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera, Apidae). **Biotropica** 29(1):76-83
- WILLMER, P.G. 1982. Microclimate and Environmental physiology of Insects. **Advances in Insect Physiology** 16:1-57
- WILLMER, P.G. 1983. Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. **Ecological Entomology** 8: 455-469.
- ZAR, J.H. 1974. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.