

PAOLA MARCHI

**BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SOLITÁRIAS EM
ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo

AGRADECIMENTOS

Ao Gabriel Augusto Rodrigues de Melo pela oportunidade de sua orientação, pela sua amizade, apoio e importância na minha formação.

À querida professora Danúncia Urban, por todo incentivo e carinho em todos esses anos.

Aos amigos do Laboratório de Biologia Comparada de Hymenoptera e da sala, Grazielle Weiss, Felipe Vivallo, Claudivã Matos Maia, Eduardo Carneiro, Kelli dos Santos Ramos, Luís Roberto Faria Jr. pela parceria e ao Rodrigo Barbosa por ajudar a juntar as metades dos ninhos-armadilha com bom humor.

Ao José Maria pelo auxílio em todo o trabalho de campo em Sete Barras, SP.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná pelo apoio logístico.

À Aline C. Martins pela amizade e dedicação no início do trabalho em Morretes, PR.

Aos estagiários que colaboraram durante o trabalho de campo, Alessandra Boos e Thomas André.

À Daphne Spier Moreira Alves pela sua amizade, disposição contagiante e “força”.

À Emanoele Schouz pela sua colaboração, empenho e espero continue com as abelhas.

À Isabela Galarda Varassin pela amizade, interesse e discussões sempre enriquecedoras.

À Beatriz Noronha Salles Maia pela amizade, atenção e colaboração neste estudo.

À Mariana e Joel (Vila dos Pilares), cujo apoio foi importante na conclusão deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo.

Aos membros da Banca Examinadora por aceitarem este convite.

E...

Aos meus queridos Chico e Florinha, que cresceram durante o Doutorado (e ditaram os números das tabelas);

Aos meus pais Roberto e Meibel;
Giuliano e Edilene;

Ao João que trouxe mais alegria e completou a nossa vida.

“Quero falar de uma coisa
adivinha onde ela anda
deve estar dentro do peito
ou caminha pelo ar
Pode estar aqui do lado
bem mais perto que pensamos
a folha da juventude
é o nome certo desse amor

Já podaram seus momentos
desviaram seu destino
seu sorriso de menino
quantas vezes se escondeu
Mas renova-se a esperança
nova aurora a cada dia
e há que se cuidar do broto
pra que a vida nos dê
flor e fruto

Coração de estudante
há que se cuidar da vida
há que se cuidar do mundo
tomar conta da amizade
Alegria e muito sonho
espalhados no caminho
verdes, planta e sentimento
folhas, coração,
juventude e fé”.

Coração de Estudante
Wagner Tiso e Milton Nascimento

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Levantamento das abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em Sete Barras, São Paulo, Brasil.

Introdução.....	1
Área de estudo e metodologia.....	2
Resultados.....	4
Discussão.....	14
Referências.....	19

Capítulo 2 - Biologia de nidificação de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná, Brasil.

Introdução.....	25
Material e Métodos.....	28
Resultados.....	35
Discussão.....	53
Referências.....	65
Anexo.....	71

Capítulo 3 - Aspectos químicos do reconhecimento dos ninhos por fêmeas de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae).

Introdução.....	72
Material e Métodos.....	74
Resultados.....	75
Discussão.....	79
Referências.....	80

Capítulo 1

Levantamento de abelhas solitárias que nidificam em
cavidades preexistentes em Sete Barras, São Paulo,
Brasil

- Pérez-Maluf, R. M. S. 1993. **Biologia de vespas e abelhas solitárias em ninhos-armadilhas, em Viçosa, MG.** Dissertação (mestrado).Viçosa: UFV. 87 pp.
- Ramírez-Arriaga, E., J.I. Cuadriello-Aguilar & E.M. Hernández. 1996. Nest structure and parasite of *Euglossa atroveneta* Dressler (Apidae: Bombinae: Euglossini) at Unión Juárez, Chiapas, México. **Journal of Kansas Entomological Society** **69**: 144-152.
- Richards, K. W. & P. G. Kevan. 2002. Aspects of bee biodiversity, crop pollination and conservation in Canada. p. 77-94. *In*: **Pollination Bees. The conservation link between agriculture and nature.** Peter G. Kevan. (ed.); Vera L. Imperatriz-Fonseca (ed.). Brasília. Ministério do Meio Ambiente.
- Roubik, D. W. 1989. **Ecology and Natural History of Tropical Bees.** Cambridge University Press. Cambridge. 514 pp.
- Silveira, F. A; G. A. R. Melo. & E. A. B. Almeida. 2002. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação.** F.A. Silveira. Belo Horizonte. 253 pp.
- Zucchi, R; B.L. Oliveira; J.M.F. Camargo. 1969. Notas bionômicas sobre *Euglossa (Glossura) intersecta* Latreille, 1838 e descrição de suas larvas e pupa (Euglossini, Apidae). **Boletim da Universidade Federal do Paraná (Zool.)** **3**: 203-224.

Levantamento das abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em Sete Barras, São Paulo, Brasil

Resumo. Para conhecer a diversidade das abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes na região do Vale do Ribeira, São Paulo, utilizaram-se ninhos-armadilha de madeira e de bambu, com orifícios de diferentes diâmetros (quatro, seis, oito, dez e doze milímetros) que foram instalados em ambientes distintos (área aberta, mata secundária, borda e interior da mata). Esta técnica possibilitou a amostragem desses insetos e forneceu dados sobre a estratificação vertical na área de mata durante o período de dezembro de 2004 a novembro de 2005. As espécies de abelhas encontradas na área de mata foram: *Megachile (Chrysosarus) sp. nov.*, *Megachile (Ptilosarus) sp. nov.* 1e *Megachile (Ptilosarus) sp. nov.* 2 (Megachilini, Megachilinae). Na área aberta: *Anthodioctes megachiloides* Holmberg, 1903 (Anthidiini, Megachilinae), *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (Centridini, Apinae) e *Euglossa anodorynchi* Nemesio, 2006 (Euglossina, Apinae). Os inimigos naturais encontrados foram *Melittobia australica* Girault, 1912 (Eulophidae); *Physocephala* sp., *Physocephala bipunctata* (Macquart, 1843) (Conopidae, Diptera) e *Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) (Ericrocidini, Apinae).

Palavras-chave: Apidae; ninhos-armadilha; Mata Atlântica; Vale do Ribeira.

Introdução

Ainda não há um inventário completo sobre os sistemas de polinização para qualquer comunidade de floresta tropical, presumidamente refletindo a enorme complexidade florística e estrutural destes habitats e as abelhas estão entre os agentes polinizadores mais importantes (Neff & Simpson 1993).

Com uma estimativa variando de 20.000 a 30.000 espécies de abelhas no mundo, cerca de 85 % são solitárias (Michener 2000) e embora o Brasil apresente uma fauna muito rica destas abelhas, poucas informações a respeito da sua bionomia têm sido publicadas (Garófalo 2000).

A comunidade de abelhas tem sido estudada principalmente pela coleta dos adultos nas flores, porém, em ambientes de florestas tropicais, este método é limitado pela dificuldade de acesso ao dossel (Morato & Campos 2000). Da mesma forma, os ninhos naturais da maioria das abelhas tropicais são crípticos e distribuídos de tal forma que muito pouco se conhece sobre eles (Roubik 1989).

A técnica de amostragem por ninhos-armadilha possibilita um conhecimento mais detalhado da história de vida, comportamento e associações das abelhas e vespas solitárias que utilizam cavidades preexistentes (Krombein 1967) e proporciona uma grande variabilidade de substratos e sítios de amostragem (Garófalo 2000).

A importância deste tipo de estudo na comunidade natural é relevante, tendo em vista o papel das abelhas como polinizadoras, as vespas como predadoras e suas relações com outros organismos (Krombein 1967).

Além disso, a maioria das abelhas solitárias nativas é pouco conhecida e existem poucos programas de sucesso que utilizam polinizadores nativos (Richards & Kevan 2002).

Este estudo apresenta o levantamento das espécies de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes em área de Mata Atlântica no sudeste do Brasil e envolve, além do conhecimento taxonômico, um interesse biogeográfico, uma vez que pouco material foi coletado na região do Vale do Ribeira. Além disso, são dadas algumas características biológicas desses insetos.

Área de estudo e metodologia.

Este estudo foi realizado na Fazenda Morro do Capim, município de Sete Barras, Vale do Ribeira, São Paulo (24° 22' S 47° 58' W). A altitude varia de 27 a 150 m. A fazenda possui 644 hectares. Da área total, aproximadamente 444 ha apresentam vegetação nativa de Mata Atlântica, 200 ha de pastagem e está limitada pelo rio Etá. A estação fria/seca (julho-setembro) apresenta temperaturas médias mensais variando de 12 a 22°C e a precipitação média de 400 milímetros, a estação quente/úmida (outubro-junho) varia de 20 a 32°C e a precipitação média, 1400 milímetros.

Foram confeccionados ninhos-armadilha com dois substratos, bambu (BB) e madeira (BL) previamente cortados longitudinalmente, com diferentes diâmetros (quatro, seis, oito, dez e doze milímetros), ambos com 180 milímetros de comprimento. Foram utilizadas três repetições de cada diâmetro para cada substrato, totalizando quinze blocos de madeira e quinze bambus por ponto amostral, acomodados em um vaso de plástico perfurado para escoar a água da chuva (Fig. 1).

Foi instalado um total de 540 ninhos-armadilha.

Na área aberta, os ninhos foram instalados a 1,5 m de altura em seis pontos amostrais (HA, HB, PA, PB, PC, PD).

Na mata os ninhos-armadilha foram instalados aos pares (em torno de 2 m de distância), em duas alturas (1,5 e 8 m) e em três ambientes distintos: mata secundária: BAI,

BBI (estrato inferior) e BAS, BBS (estrato superior); interior da mata: MAI, MBI (estrato inferior) e MAS, MBS (estrato superior) e na borda da mata (que faz divisa com o pasto): FAI, FBI (estrato inferior) e FAS, FBS (estrato superior) (Fig. 2).

Os ninhos concluídos, ou seja, ocupados e finalizados com o tampão, foram registrados, abertos para observação, fotografados e colocados em recipientes de plástico transparente em temperatura ambiente num local protegido na própria área de estudo até a emergência dos adultos. Os mesmos eram substituídos por outros ninhos-armadilha com substratos e diâmetros semelhantes.

As inspeções foram realizadas mensalmente no período de novembro de 2004 a dezembro de 2005. Deste modo, não houve a possibilidade de acompanhar o desenvolvimento dos imaturos e período de emergência dos adultos com precisão. Todo material foi depositado na Coleção Jesus Santiago Moure (DZUP), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

A classificação tradicional das abelhas considera 11 famílias, compreendendo a superfamília Apoidea, ao passo que a classificação aqui utilizada segue Gauld & Bolton (1988), Hanson & Gauld (1995) e Melo (1999), em que as abelhas estão colocadas em uma única família, Apidae, separada em subfamílias. Segundo a proposta de Melo & Gonçalves (2005) a família Megachilidae da classificação tradicional passa a ser tratada como Megachilinae.



Figura 1 – Conjunto de ninhos-armadilha por ponto amostral.



Figura 2 – Foto aérea (ano de 2001) do local de estudo, no município de Sete Barras, SP. Área aberta (A), borda da mata (B), interior da mata (C) e mata secundária (D).

Resultados

1- Ninhos fundados:

Foram coletados 30 ninhos-armadilha pertencentes a seis espécies de abelhas (Tab. 1).

Na área aberta foram fundados 22 ninhos das demais espécies: *Anthodioctes megachiloides* Holmberg, 1903 (Megachilinae), *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 (Centridini, Apinae) e *Euglossa anodorhynchi* Nemésio, 2006 (Euglossina, Apinae) (Fig. 3).

Oito ninhos das seguintes espécies foram encontradas na área de mata: *Megachile (Ptilosarus) sp. nov. 1*, *Megachile (Ptilosarus) sp. nov. 2*, *Megachile (Chrysosarus) sp. nov.* (Megachilinae), sendo apenas três ninhos fundados no estrato superior (Fig. 4).

Tanto na área aberta quanto na área de mata, o substrato mais utilizado foi o bambu (Fig. 5).

Na área aberta a mortalidade ocorreu principalmente por parasitismo por *Melittobia australica* Girault, 1912 (Eulophidae, Hymenoptera), *Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) (Ericrocidini, Apinae, Hymenoptera) e *Physocephala bipunctata* (Macquart, 1843) (Conopidae, Diptera).

Tabela I – Ninhos-armadilha fundados de dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

espécie	ninho	data	local	substrato	diâmetro	fêmeas	machos	associados
<i>Anthodioctes megachiloides</i>	288	set	HA	BL	6	1	2	
	305	out	HA	BL	6	2		
	314	nov	HA	BL	6		1	
	315	nov	HA	BL	4	2	1	
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	17	dez	PA	BL	8	1	1	
	23	jan	HA	BL	8	2		
	29	jan	PB	BL	12	1	1	
	62	jan	MB	BB	8			
	66	fev	PA	BL	8	2		
	68	fev	PA	BB	8	1		
	69	fev	PA	BB	10	1	1	
	271	nov	PB	BL	8			<i>Physocephala</i> sp.
	312	dez	PC	BL	8		1	
	313	dez	HA	BL	12	3		<i>Mesocheira bicolor</i>
	334	dez	PA	BL	8	1		<i>Mesocheira bicolor</i>
	335	dez	PA	BL	8		3	<i>Mesocheira bicolor</i>
	337	dez	PC	BL	12	4	1	<i>Mesocheira bicolor</i>
341	dez	HB	BL	10	6	5		
<i>Euglossa anodorhynchi</i>	115	mar	PC	BL	12			<i>Physocephala bipunctata</i>
	168	mai	HA	BL	12			<i>Melittobia australica</i>
	181	mai	PA	BB	12	1	3	
	228	jun	PC	BB	12	1	1	
<i>Megachile (Chrysosarus) sp.</i>	97	mar	FBS	BB	12	1	1	
	157	abr	FBS	BB	12	2	1	
	159	abr	FAS	BL	12	2	2	
<i>Megachile (Ptilosarus) sp. 1</i>	3	dez	MAI	BL	4	3	1	
	4	dez	MAI	BL	4	2		
<i>Megachile (Ptilosarus) sp. 2</i>	107	mar	FBI	BB	6	3		
	160	abr	FBI	BL	6		1	
	208	jun	FBI	BL	6	2	3	

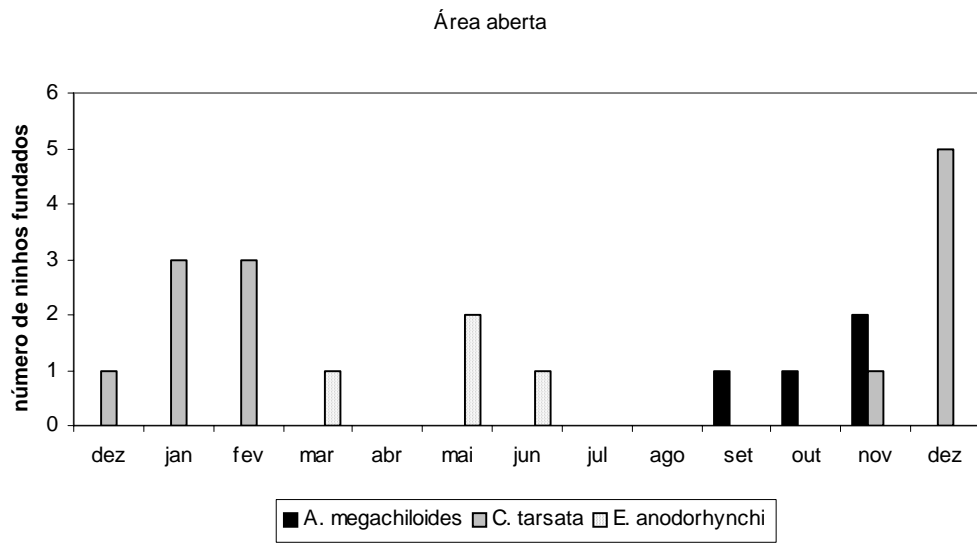


Figura 3 – Número de ninhos fundados por mês na área aberta entre dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

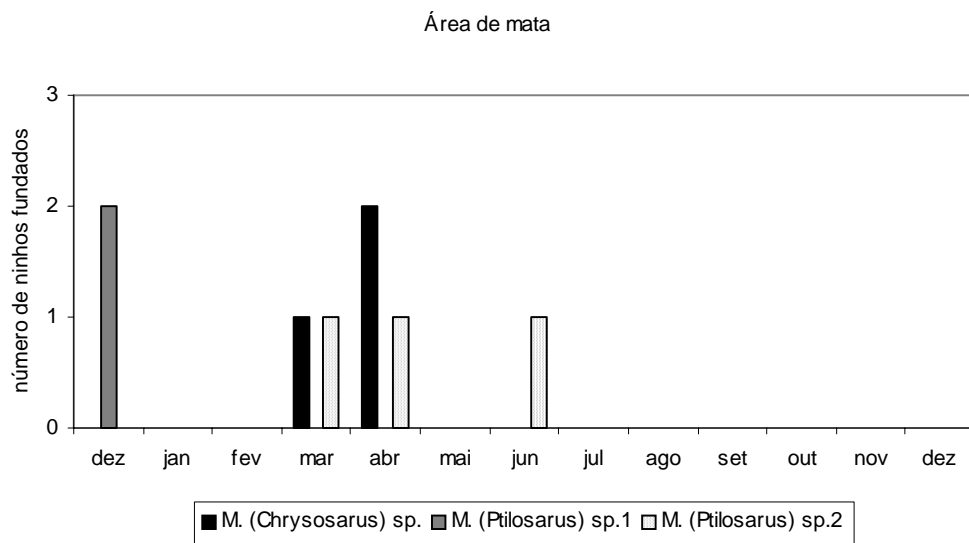


Figura 4 – Número de ninhos fundados por mês na área de mata entre dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

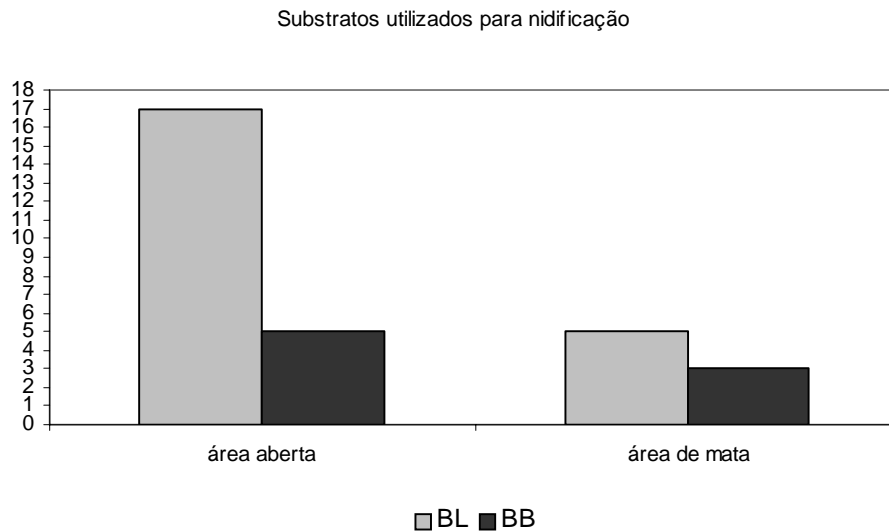


Figura 5 – Número de ninhos-armadilha fundados pelas abelhas em cada substrato: madeira (BL) e bambu (BB) na área aberta e na mata de dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

2 – As espécies de Megachilinae:

2.1 - Anthidiini

As abelhas da espécie *Anthodioctes megachiloides* Holmberg, 1903 ocorreram em apenas um ponto amostral na área aberta, no período entre setembro a novembro de 2005. Os quatro ninhos foram encontrados nos blocos de madeira. Três ninhos com diâmetro de seis milímetros e um ninho com quatro milímetros.

Os ninhos de *A. megachiloides* não foram abertos. Um tampão de resina vegetal amarelo translúcido fechava a entrada dos ninhos.

Emergiram de um a três adultos por ninho (Tab. I).

No mês de novembro, o tampão de resina de um dos ninhos recém concluídos foi parcialmente saqueado por uma operária de *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Apidae, Meliponina), que retirou um pedaço rapidamente com as mandíbulas. Logo em seguida, a fêmea de *A. megachiloides* retornou ao ninho e reparou os danos causados, homogeneizando-o novamente com auxílio do seu aparelho bucal.

2.2 - Megachilini

Na área de mata foram encontradas duas espécies novas pertencentes ao subgênero *Ptilosarus* Mitchell, 1943.

Megachile (Ptilosarus) sp. 1 fundou dois ninhos em blocos de madeira com quatro milímetros no interior da mata, no estrato inferior (MAI) em dezembro de 2004. Ambos estavam fechados com um tampão feito com um pedaço redondo de folha escurecida aparentemente colado na entrada dos ninhos (Fig. 6). Em um ninho havia oito células lineares e em outro ninho, 10 células, sendo nove contínuas no fundo e uma delas mais próxima à entrada, com várias camadas de folhas entre elas (Fig. 7). Cada célula era formada por folhas bem coladas na massa de pólen e media aproximadamente 10 milímetros de comprimento. Emergiram de dois (duas fêmeas) a quatro (três fêmeas e um macho) adultos em cada ninho (Tab. I).

Megachile (Ptilosarus) sp. 2 ocorreu de março a junho de 2005, no estrato inferior na borda da mata (FBI). Foram utilizados três ninhos-armadilha, um de bambu e dois de madeira, todos com seis milímetros de diâmetro. Não foi observada a presença de um tampão. No ninho número 107 havia cinco células com cerca de 12 milímetros de comprimento com pedaços de folhas relativamente irregulares envolvendo a massa de pólen e emergiram três fêmeas. O ninho número 160 continha uma única célula, de onde emergiu um macho. No ninho número 208, que não foi aberto para observação, emergiram duas fêmeas e três machos (Figs. 8 e 9). (Tab. III).

Os adultos das duas espécies de *Megachile (Ptilosarus)* emergiram cerca de um mês após a fundação dos ninhos.

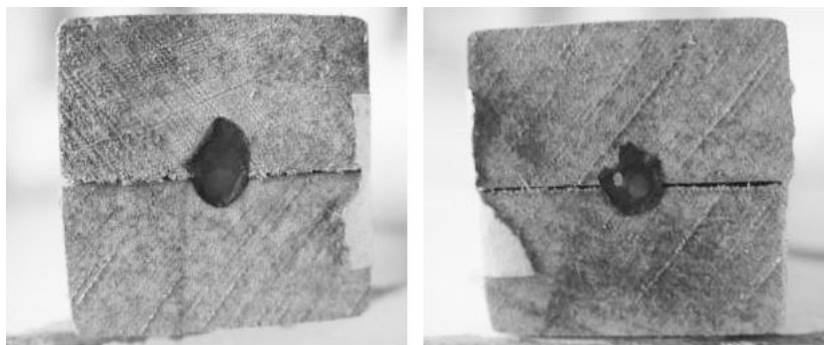


Figura 6 - Tampão dos ninhos números 3 e 4 de abelhas pertencentes à *Megachile (Ptilosarus)* sp. 1.



Figura 7 – Ninho número 3 de *Megachile (Ptilosarus)* sp. 1.



Figura 8 – Ninho número 107 de *Megachile (Ptilosarus)* sp. 2.



Figura 9 – Ninho número 160 de *Megachile (Ptilosarus)* sp. 2.

Uma espécie nova de *Megachile (Chrysosarus)* Mitchell, 1943 fundou ninhos nos meses de março e abril de 2005 no estrato superior, em dois pontos amostrais próximos na borda da mata. Dois ninhos estavam em colmos de bambu e outro em um bloco de madeira, todos com o maior diâmetro (12 milímetros). As células eram contínuas, confeccionadas com folhas entremeadas com barro (Figs. 10 e 11). Em dois ninhos (97 e 159) havia quatro células e no ninho 157 foram observadas três células e uma fêmea adulta, com um elevado desgaste alar, morta. Cada célula media aproximadamente 15 milímetros de comprimento. Os adultos emergiram no mês de dezembro de 2005.



Figura 10 – Ninho número 157 de *Megachile (Chrysosarus)* sp.



Figura 11 – Ninho número 159 de *Megachile (Chrysosarus)* sp.

3 - Euglossina

Foram coletados quatro ninhos de *Euglossa anodorhynchi* Nemésio, 2006 na área aberta, em diferentes pontos amostrais. Dois ninhos em bambu e dois em bloco de madeira, todos com o maior diâmetro disponível (12 milímetros).

Em todos os ninhos as células e o tampão foram construídos com resina vegetal escura. Algumas partículas de resina também foram depositadas no fundo da cavidade e na parede do ninho-armadilha, mais concentradas na região de emenda entre as metades dos ninhos-armadilha, possivelmente para vedá-los melhor.

O comprimento dos ninhos variou de 105 a 125 milímetros (distância entre o tampão e o fundo). As células, de forma elipsóide, mediram aproximadamente 10 milímetros de comprimento e foram construídas em série linear, levemente inclinadas, ocupando aproximadamente metade do diâmetro do ninho. O número máximo de células construídas foi sete (Fig. 12 e 13).

Não foi possível a observação da presença de mais de uma fêmea durante a construção dos ninhos ou o reaproveitamento do ninho, uma vez que os ninhos fundados eram retirados do campo.

O ninho número 115 foi encontrado no fim de fevereiro com o tampão, uma célula completa no fundo e outra em construção, parcialmente aprovionada com pólen e néctar, ainda não operculada e uma fêmea imóvel, mas não morta, que apresentava a glossa estendida e os tergos apicais um pouco abertos (Fig. 14). Após aproximadamente um mês nasceu de dentro de seu metassoma o conopídeo *Physocephala bipunctata* (Macquart, 1843). O mesmo foi colocado em um terrário onde por algum tempo intumescceu o ptilino e lentamente estendeu as asas.

No mês de junho de 2005, no mesmo ponto amostral foi encontrado outro ninho no mesmo substrato de madeira, com o tampão presente e uma fêmea nas mesmas condições da anterior, com apenas uma célula não totalmente construída, indicando ser a fêmea fundadora que foi parasitada durante o processo de construção do ninho. O conopídeo emergiu em setembro de 2005.

O ninho número 168 foi atacado pelas vespas *Melittobia australica* (Eulophidae, Hymenoptera).

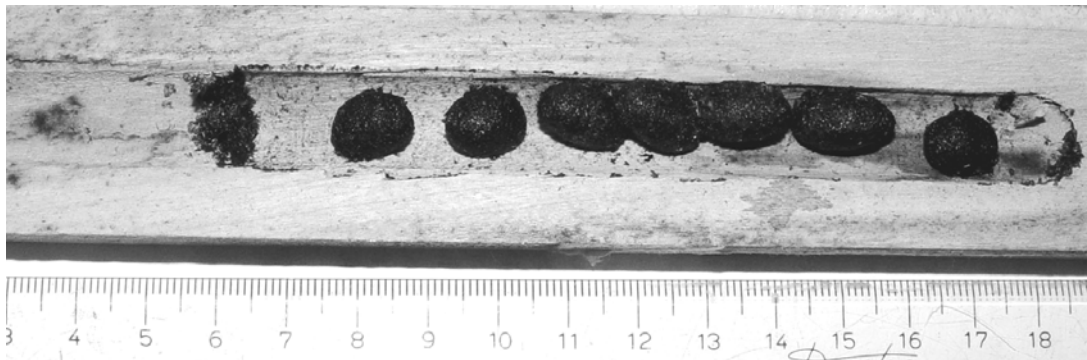


Figura 12 – Ninho número 168 de *E. anodorhynchi*.

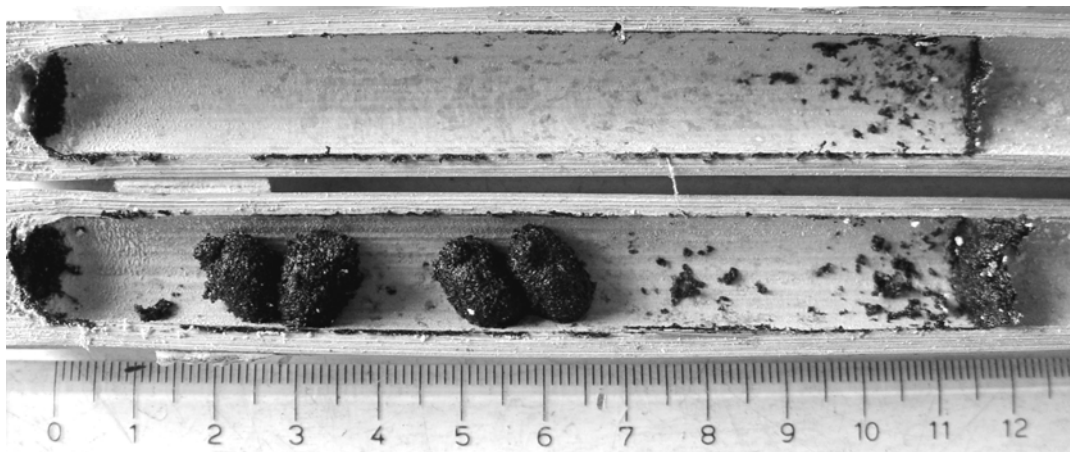


Figura 13 – Ninho número 181 de *E. anodorhynchi*.



Figura 14 – Ninho número 115 de *E. anodorhynchi*, com a célula aprovisionada aberta, uma célula fechada, o tampão e na figura ao lado, a abelha fundadora parasitada por *P. bipunctata* (Conopidae).

4 – Centridini

Os ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 foram obtidos apenas na área aberta, em vários pontos amostrais. Ocorreram com maior frequência de novembro a fevereiro. Dos catorze ninhos, onze foram fundados nos blocos de madeira. Os diâmetros utilizados foram 8, 10 e 12 milímetros.

O número de células variou de quatro (ninho 312) a 15 (ninho 341). As células estavam dispostas em série linear, com aproximadamente 12 milímetros de comprimento e revestidas com areia na parte externa e aparentemente com óleo na parte interna (Fig. 13). Os ninhos foram muito bem vedados, apresentando uma alta resistência para abrí-los ao meio. O tampão de areia, com cerca de 10 milímetros de espessura era construído logo após a última célula, não logo na entrada dos ninhos, sendo bastante resistente.

Entre os parasitas, quatro ninhos foram atacados por *Mesocheira bicolor* (números 313, 334, 335 e 337) e da mesma maneira em que ocorreu com *E. anodorhynchi*, uma fêmea de *C. tarsata* foi encontrada imóvel, com a glossa estendida e tergos apicais abertos, durante a construção da primeira célula dia 20 de agosto de 2005 (Fig. 14).

No dia 30 de dezembro nasceu um conopídeo pertencente ao gênero *Physocephala*, porém de uma espécie diferente daquela encontrada parasitando *E. anodorhynchi*.

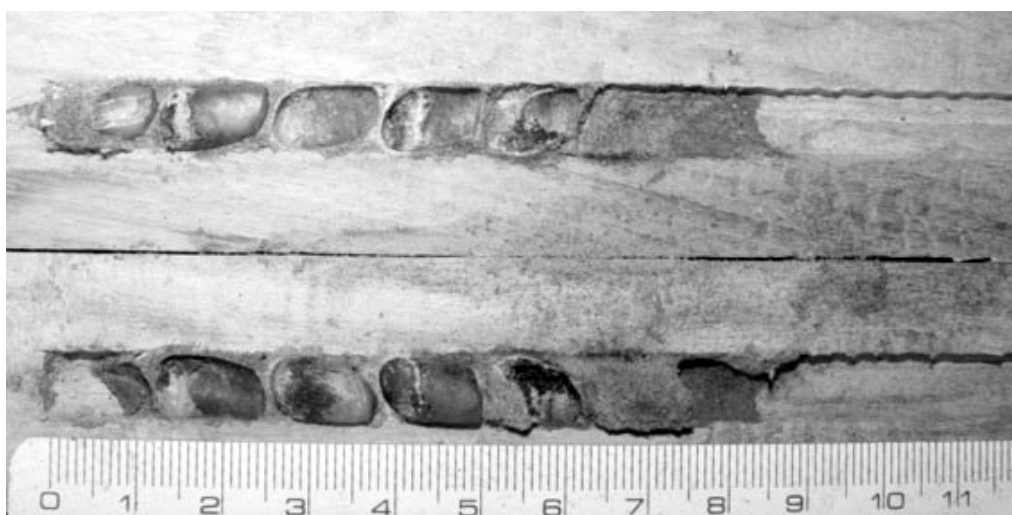


Figura 13 – Ninho número 17 de *C. tarsata*, com quatro células.



Figura 14 – Ninho número 271 de *C. tarsata*, com a abelha parasitada por *Physocephala* sp. (Conopidae).

Discussão

1- Ninhos fundados:

Os principais grupos de abelhas que construíram seus ninhos em cavidades preexistentes pertenceram a Megachilinae e Apinae, assim como ocorreu em outros estudos com ninhos-armadilha (Pérez-Maluf 1993; Campos 2000; Morato & Campos 2000; Buschini 2006; Loyola & Martins 2006).

Em áreas de mata, a composição e abundância de espécies foram diferentes do que nas áreas de cerrado e caatinga, onde o número de ninhos de abelhas foi maior. Contudo, da mesma maneira, Megachilinae e Apinae foram as subfamílias mais representativas (Camillo *et al.* 1995; Aguiar & Martins 2002).

Na Amazônia Central Morato (1993) coletou 14 espécies de abelhas, sendo também as abelhas do gênero *Centris* as mais comuns. Em um remanescente de Mata Atlântica em Viçosa, MG, Pérez-Maluf (1993) obteve 11 espécies abelhas e na cidade de São Paulo, Alves dos Santos (2003) obteve oito espécies de abelhas. O maior número de espécies poderia ser explicado pelo período de estudo mais longo, entretanto, Loyola & Martins (2006) encontraram 11 espécies de abelhas em menos de um ano de estudo em um fragmento de mata em Belo Horizonte.

Além disso, Pérez-Maluf (1993) concluiu que como as fundações foram muito mais frequentes nas margens da mata do que no seu interior, esta abundância poderia estar relacionada com a distribuição vertical das espécies, sugerindo que um maior número de espécies ocorreria no dossel, com temperatura e umidade relativa do ar mais elevadas do que nos estratos mais baixos.

Posteriormente, Morato (2001) observou uma maior frequência de fundações a 8 e 15 m de altura e o número de espécies aumentou com a altura constatando uma estratificação vertical e sugeriu que tal preferência poderia ser explicada por locais adequados para nidificação ou condições microclimáticas adequadas ao desenvolvimento da prole e além disso, no caso das abelhas, esse padrão poderia estar ligado a maior disponibilidade de recursos florais no dossel e estratos próximos.

Entretanto, neste estudo o número de ninhos de abelhas na área de mata foi menor no estrato superior do que no inferior (3:5) possivelmente pelo pequeno número de ninhos encontrados.

Talvez por se tratar de uma pequena amostragem, com exceção da espécie *Centris tarsata*, as correlações não foram significativas entre o número de ninhos ocupados e as médias mensais de temperatura, precipitação e umidade relativa (Figs. 15 e 16).

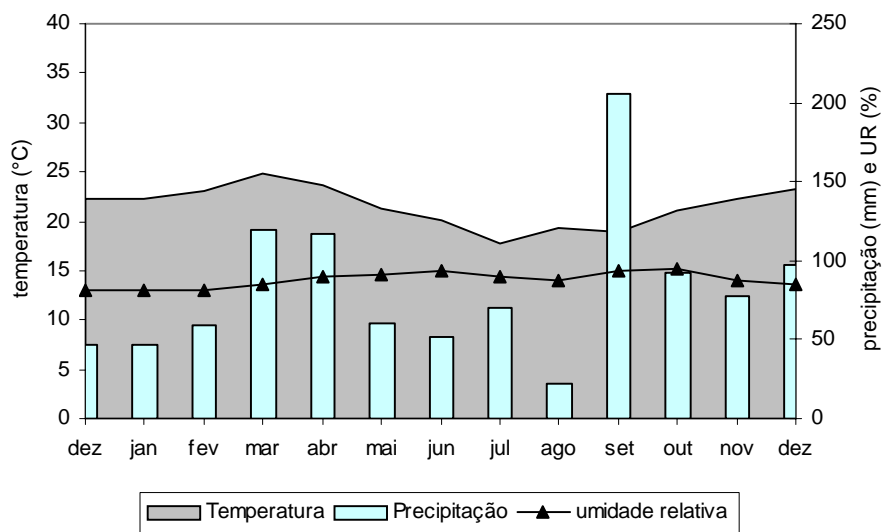


Figura 15 – Valores médios mensais de precipitação, umidade relativa e temperatura de dezembro de 2004 a dezembro de 2005 referentes à Estação Meteorológica de Iguape, SP.

	<i>M. (Chryosarus) sp.</i>	<i>M. (Ptilosarus) sp.1</i>	<i>M. (Ptilosarus) sp.2</i>	<i>A. megachiloides</i>	<i>C. tarsata</i>	<i>E. anodorhynchi</i>
precipitação	0,32	-0,22	0,17	0,35	-0,15	-0,10
temperatura	0,49	0,11	0,34	-0,10	0,43	0,08
UR	0,01	-0,40	0,18	0,31	-0,64	0,29

Figura 16 – Correlações entre o número de ninhos fundados por mês para cada espécie e os valores médios mensais de precipitação, umidade relativa e temperatura de dezembro de 2004 a dezembro de 2005.

2 – As espécies de Megachilinae:

2.1 - Anthidiini

Alguns autores separam esta tribo quanto ao material utilizado na construção dos ninhos, resinas ou fibras vegetais, pois existem diferenças entre os gêneros em relação ao hábito de nidificação (Michener 2000), mas a utilização de resinas vegetais na construção do ninho é amplamente difundida entre os diversos gêneros de Anthidiini (Roubik 1989).

Os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes aos de Alves-dos-Santos (2004) em São Paulo e Loyola & Martins (2006), em Belo Horizonte. Apesar das diferenças de altitude e clima, a espécie *A. megachiloides* nidificou durante a primavera e verão nessas

regiões. Os diâmetros também foram semelhantes, indicando uma preferência pelos ninhos-armadilha de madeira com 4 a 6 milímetros de diâmetro.

Em relação à pilhagem de resina pela operária de *Trigona spinipes*, Alves-dos-Santos (2004) observou que as fêmeas de *Anthodioctes megachiloides* visitaram seus ninhos antigos (já fechados) em São Paulo, inspecionando com as peças bucais toda a área do fechamento e tentou relacionar este comportamento com a verificação do estado da resina, com a possibilidade de uma remoção de pequenas porções de resina para construção de ninhos novos ou até com um condicionamento na direção do vôo para um ninho que durou vários dias para estar pronto.

Desta forma, este estudo confirma a importância deste retorno para o sucesso do ninho, uma vez que se o mesmo não fosse inspecionado poderia ser mais facilmente atacado por parasitas e predadores.

2.2 - Megachilini

Nas espécies de *Megachile*, folhas e pétalas são os materiais mais utilizados para construção dos ninhos. E embora a amostragem seja pequena, neste estudo estas abelhas mostraram uma especificidade em relação ao habitat de nidificação.

Foram observadas características únicas entre as espécies de *Megachile* (*Ptilosarus*) em relação ao local de nidificação e a arquitetura dos ninhos, que permitiram a distinção das duas espécies novas.

O subgênero *Megachile* (*Chryosarus*) tem poucas espécies conhecidas e arquitetura dos seus ninhos difere daquela da maioria das espécies de *Megachile*, pois reveste internamente e externamente suas células com barro (Laroca *et al.* 1992).

A estrutura e os materiais utilizados nos ninhos obtidos neste estudo foram semelhantes àqueles do ninho de *Chryosarus tapytensis* Michell descrito por Laroca (1971), encontrado em uma área de mata secundária, no Rio de Janeiro.

3 – Euglossini

As abelhas do gênero *Euglossa* utilizam como material de construção resinas de plantas e seu local de nidificação é variável: seus ninhos já foram encontrados pendurados em galhos e folhas (considerados aéreos) ou dentro de cavidades no solo, madeira, termiteiros, gomos de bambu, caixas de madeira e em outras cavidades disponíveis (Dressler 1982).

Euglossa anodorhynchi é uma espécie recém descrita com sua distribuição até então conhecida ao sul do Brasil (Nemésio 2006). Assim, os dados biológicos e a estrutura dos ninhos desta espécie não eram conhecidos, embora esta forma talvez represente apenas uma variante de coloração dentro de *E. townsendi*, que apresenta uma distribuição mais ampla. (Faria Jr. & Melo 2007).

A fundação solitária do ninho e a nidificação em cavidades preexistentes ocorrem na maioria das espécies de *Euglossa* estudadas (Zucchi *et al.* 1969; Garófalo 1992; Garófalo *et al.* 1993; 1998; Augusto & Garófalo 2004).

Os ninhos de *E. anodorhynchi* obtidos neste estudo apresentaram uma estrutura semelhante àqueles descritos para outras espécies do grupo *purpurea*: *Euglossa atroveneta* Dressler, 1978 (Ramírez-Arriaga *et al.*, 1996), *Euglossa pleosticta* Dressler, 1982 (Garófalo *et al.*, 1993) e *Euglossa truncata* Moure & Rebêlo, 1995 (Garófalo *et al.*, 1993), *Euglossa townsendi* Cockerell, 1904 (Garófalo *et al.*, 1993; Augusto & Garófalo, 2004).

Em relação ao parasitismo de *E. anodorhynchi* por *Physocephala bipunctata* (Conopidae), tornou-se conhecido o ataque de conopídeos em espécies de *Euglossa* (Melo *et al.* submetido). No segundo caso de parasitismo o tempo de emergência do conopídeo foi mais prolongado, provavelmente devido às condições climáticas que prolongariam o desenvolvimento do parasita.

4 – Centridini

As abelhas da tribo Centridini são especializadas na coleta de óleos florais, os quais são utilizados na construção de partes do ninho e na alimentação das larvas (Buchmann 1987).

O gênero *Centris* Fabricius, 1804 é abundante nas regiões tropicais úmidas, embora algumas espécies ocorram em regiões semi-áridas temperadas (Silveira *et al.* 2002). A

maioria das espécies constrói ninhos no solo, mas aquelas pertencentes aos subgêneros *Hemisiella* Moure, 1945, *Heterocentris* Cockerell, 1899 e *Xanthemisia* Moure, 1945 nidificam em cavidades preexistentes (Coville *et al.* 1983, 1986; Frankie *et al.* 1988, 1989, 1993).

Morato *et al.* (1999) obteve ninhos de *Centris (Hemisiella) dichrotricha* (Moure, 1945), *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874, *Centris (Hemisiella) analis* (Fabricius, 1804) e *Centris (Heterocentris) bicornuta* Mocsary, 1899 na mata contínua e nos fragmentos da Amazônia Central, que mostraram diferentes preferências em relação ao tipo de ambiente utilizado para nidificação.

Embora a espécie *Centris tarsata* apresente uma ampla distribuição, pouco se conhece sobre sua biologia (Aguiar & Garófalo 2004). Perez-Maluf (1993), utilizando ninhos-armadilha em um remanescente de mata Atlântica, constatou que *Centris tarsata* fundou mais ninhos em locais abertos, ocupados por vegetação secundária.

Os aspectos estruturais dos ninhos e os diâmetros utilizados neste estudo foram semelhantes aos estudos realizados nas dunas litorâneas de Salvador, Bahia (Viana *et al.* 2001 e Silva *et al.* 2001) e em áreas de florestas semidecidual e de caatinga na Bahia, onde os ninhos também foram parasitados por *Mesocheira bicolor* (Aguiar & Garófalo 2004).

Houve uma correlação significativamente negativa entre o número de ninhos ocupados por *C. tarsata* e os valores de umidade relativa mensais nesta região.

A preferência por locais quentes, ensolarados, com vegetação aberta para a nidificação corresponde ao padrão de nidificação de *Centris tarsata* (Frankie *et al.* 1993; Morato *et al.* 1999; Aguiar & Martins 2002; Aguiar & Garófalo 2004).

O parasitismo por *Physocephala* sp. (Conopidae) ocorreu com uma espécie diferente daquela encontrada parasitando *E. anodorhynchi* no mesmo local de estudo, o que indica a possibilidade de uma especificidade em relação à abelha hospedeira.

Referências bibliográficas:

Aguiar, A. J. C & C. F. Martins. 2002. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Manguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia** 19 (Supl.1): 101-116.

- Aguiar, M. L.; C. A. Garófalo. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia** **2**(3): 477-486.
- Alves dos Santos, I. 2003. Trap nesting bees and wasps on the University campus in São Paulo, southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeate). **Journal of the Kansas Entomological Society** **76** (2): 328-334.
- Alves dos Santos, I. 2004. Biologia de nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia** **21** (4): 739-744.
- Augusto, S. C. & C. A. Garófalo. 2004. Nesting biology and social structure of *Euglossa (Euglossa) townsendi* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Insectes Sociaux** **51**: 400-409.
- Augusto, S. C. & Garófalo, C. A. 2007. Nidificação de *Euglossa (Euglossa) melanotricha* Moure (Hymenoptera: Apidae) no solo do Cerrado. **Neotropical Entomology** **36**:153-156.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics** **18**: 343-369.
- Camillo, E.; C. A. Garófalo; J. C. Serrano & G. Muccillo. 1993. Biological observations on *Trypoxylon (Trypargilum) lactitarse* Saussure in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Sphecidae). **Revista Brasileira de Entomologia** **37** (4): 769-778.
- Camillo, E; C. A. Garófalo; J. C. Serrano & G. Muccillo. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia** **39** (2): 459-470.

- Campos, L. A. O. 2000. Uso de ninhos armadilhas no estudo da biologia de vespas e abelhas que nidificam em orifícios preexistentes e seus associados. **Anais do Encontro sobre Abelhas 4**: 118-120.
- Coville, R.E; G.W. Frankie & S.B. Vinson. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthophoridae) with a review of the nesting habits of the genus. **Journal of the Kansas Entomological Society 56** (2):109-122.
- Dressler, R.L. 1982. New species of *Euglossa* IV. The *cordata* and *purpurata* species groups (Hymenoptera: Apidae). **Revista de Biologia Tropical 30**: 141-150.
- Faria Jr, L. R. R. & G. A. R. Melo. 2007. Species of *Euglossa* (*Glossura*) in the Brazilian Atlantic forest, with taxonomic notes on *Euglossa stellfeldi* Moure (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). **Revista Brasileira de Entomologia 51**: 275-284.
- Frankie, G. W.; S. B. Vinson & H. Williams. 1989. Ecological and evolutionary sorting of 12 sympatric species of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. *In*: Bock, J. H. & Linhart, Y. B. eds. **The Evolutionary Ecology of Plants**. Boulder, Westview. p.535-549.
- Frankie, G. W.; L. Newstrom; S. B. Vinson & J. F. Barthell. 1993. Nesting-habitat preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry forest. **Biotropica 25** (3): 322-333.
- Frankie, G. W.; S. B. Vinson; L. Newstrom & J. F. Barthell. 1988. Nest site habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. **Biotropica 20** (4): 301-310.
- Garófalo, C. A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilhas em fragmentos de mata do Cerrado de São Paulo. **Anais do Encontro sobre Abelhas 4**: 121-128.

- Garófalo, C. A; E. Camillo; J. C. Serrano & J. M. M. Rebêlo. 1993. Utilization of trap nests by Euglossini species (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia** 53 (2): 177-187.
- Garófalo, C. A; E. Camillo; S. C. Augusto; B. M. V. Jesus & J. C. Serrano. 1998. Nest structure and communal nesting in *Euglossa (Glossura) annectans* Dressler (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). **Revista Brasileira de Zoologia** 15 (3): 589-596.
- Gauld, I. D. & B. Bolton. 1988. **The Hymenoptera**. Oxford University Press, Oxford. 332 pp.
- Krombein, K. V. 1967. **Trap-nesting Wasps and Bees: life histories, nests and associates**. Washington, D.C., Smithsonian Press. 596 pp.
- Laroca, S. 1971. Notas sobre a nidificação de *Chrysosarus tapytensis* Michell (Hymenoptera, Apoidea). **Boletim da Universidade Federal do Paraná (Zoologia)** 4 (8): 39-44.
- Laroca, S; E. Corbella & G. Varela. 1992. Biologia de *Dactylomegachile affabilis* (Hymenoptera, Apoidea): Descrição do ninho. **Acta Biológica Paranaense** 21: 23-29.
- Loyola, R. D. & R. P. Martins. 2006. Trap-nest occupation by solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in a Forest Urban remanent. **Neotropical Entomology** 35 (1): 41-48.
- Melo, G. A. R. 1999. Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on the Crabronidae wasps. **Scientific Papers, Natural History Museum, The University of Kansas** 14: 1-55.
- Melo, G. A. R. & R. B. Gonçalves. 2005. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae *sensu lato*). **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 153-159.

- Melo, G. A. R., L. R. R. Faria Jr., P. Marchi, & C. J. B. de Carvalho. Small orchid bees are not safe: parasitism of two species of *Euglossa* Latreille (Hymenoptera, Apidae, Euglossina) by conopid flies (Diptera, Conopidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, submetido.
- Michener, C. D. 2000. **The Bees of the World**. John Hopkins, Baltimore XIV + 913 pp.
- Morato, E. F. 1993. **Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central**. Dissertação (mestrado). Viçosa: UFV. 105 pp.
- Morato, E. F.; M. V. B. Garcia & L. A. de Campos. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia** 16 (4): 1213-1222.
- Morato, E. F. & L. A. de Campos. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia** 17 (2): 429-444.
- Morato, E. F. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia** 18 (3): 737-747.
- Neff, J. L. & Simpson, B. B. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity. p. 143-167. *In: Hymenoptera and Biodiversity*. J. LA SALE & I.D. GAULD (ed.). Wallingford, C.A.B. International. UK.
- Nemésio, A. 2006. *Euglossa anodorhynchi* sp. n. (Hymenoptera: Apidae), a New Orchid Bee from Southern Brazil. **Neotropical Entomology** 35 (2): 206-209.

Capítulo 2

Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*)
frontalis (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini)
em Morretes, Paraná

Biologia de nidificação de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná, Brasil

Resumo. Este estudo acompanhou as atividades de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789) em uma agregação de ninhos no município de Morretes, Paraná, onde esta espécie é a principal agente polinizadora de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracujá azedo), cultivo predominante na região. Foram observados o ciclo anual das abelhas, a seleção dos substratos e a aceitação de ninhos-armadilha feitos com quadros de madeira ou de gomos de bambus durante o ano de 2006. Nesta região a espécie *X. frontalis* foi univoltina, com maior frequência de fundação dos ninhos entre outubro e dezembro. As atividades externas aos ninhos iniciaram-se mais cedo no verão e se restringiram aos horários mais quentes no inverno, e quando correlacionadas mensalmente com o clima, os valores de temperatura mínima foram os que mais influenciaram o número de vôos. O número de fundações de ninhos foi fortemente associado às médias climáticas históricas da região de dois meses adiante às fundações, sugerindo que as abelhas poderiam prever uma melhor época em relação à precipitação, temperatura e fotoperíodo para o nascimento da sua próxima geração. Durante o período de floração de *P. edulis*, houve sincronia entre as atividades diárias de *X. frontalis* com o horário de abertura das flores, caracterizando uma interação importante. Os principais inimigos naturais foram *Cissites maculata* Swederus, 1787 (Meloidae) e uma espécie do gênero *Leucospis* Fabricius, 1775. As relações intraespecíficas e outros dados comportamentais também foram discutidos.

Palavras-chave. Atividades externas; mamangavas; maracujá; ninhos; polinizadores

Introdução

As espécies de *Xylocopa (Neoxylocopa)* são amplamente distribuídas nas Américas e apresentam um forte dimorfismo sexual: o integumento e a pilosidade dos machos são alaranjados e o das fêmeas, negros. No Brasil ocorrem vinte espécies (Hurd 1978) e as seguintes têm registro para o Paraná: *Xylocopa augusti* Lepeletier, 1841, *Xylocopa brasilianorum* (Linnaeus, 1767), *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa haematospila* Moure, 1851, *Xylocopa hirsutissima* Maidl, 1912 e *Xylocopa nigrocincta* Smith, 1854 (Silveira *et al.* 2002).

Embora algumas espécies de *Xylocopa* escavem seus ninhos no solo (subgênero *Proxylocopa*), a maioria constrói túneis em uma grande variedade de madeiras mortas, incluindo madeira dura, macia ou apodrecida, ramos ou em cavidades de bambu (Hurd &

Moure 1963; Sage 1968; Camillo & Garófalo 1982; Camillo *et al.* 1986; Silveira 2002; Schlindwein *et al.* 2003). Algumas espécies também nidificam em tecidos de plantas vivas, como escapos florais ou partes vivas de árvores (Hurd 1978; Viana *et al.* 2002; Ramalho *et al.* 2004) ou em fungos secos, como *Xylocopa (Notoxylocopa) illota* Cockerell 1919, no México (Janzen 1964).

O processo de fundação dos ninhos novos e sua arquitetura são comuns para as espécies estudadas, como a fundação dos ninhos em substrato morto e seco, as entradas escavadas de baixo para cima e sempre circulares, o ninho consistir de uma entrada com final alargado formando uma câmara de onde saem várias laterais. As paredes lisas, sem revestimento e as células em forma de barril. As repartições entre as células em forma de espiral do lado de dentro e côncavas ou lisas do lado de fora (Hurd 1958; Sakagami & Laroca 1971; Hurd & Hefetz 1981; Camillo & Garófalo 1982; Camillo *et al.* 1986).

As atividades de nidificação das fêmeas incluem a seleção do local (substrato) e a escavação inicial, o cuidado com o ninho (limpeza), a preparação da célula, o provisionamento e a oviposição, o fechamento da célula, a escavação subsequente e a defesa do ninho (Gerling *et al.* 1989).

A seleção de um local para a nidificação pode ser influenciada pela presença de outros ninhos ativos de *Xylocopa*, pois algumas espécies nunca nidificam perto de outros ninhos, enquanto em outras espécies as agregações são freqüentes. Tal predileção pode estar ligada à distribuição agrupada do material de construção dos ninhos, mas a natureza dos substratos selecionados ainda é desconhecida (Gerling *et al.* 1989). Sakagami & Laroca (1971) descreveram os ninhos e discutiram as características bionômicas de *Xylocopa*, como a longevidade prolongada, o contato da mãe com a geração seguinte e a plasticidade dos hábitos de nidificação. Entretanto não houve um acompanhamento do ciclo anual da maioria das espécies neotropicais.

No Brasil, o hábito de nidificação de *X. frontalis*, *Xylocopa (Neoxylocopa) griseascens* Lepeletier, 1841 e *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta* Moure & Camargo, 1988 foi estudado por vários autores na região de Ribeirão Preto, SP (Camillo & Garófalo 1982; Camillo *et al.* 1986; Camillo & Garófalo 1989; Pereira 2002 e Camillo 2003). Também foi descrito para *Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd & Moure, 1963 (Ramalho *et al.*

2004), *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* Ducke, 1910 (Silva & Viana 2002, Viana *et al.* 2002) e *Xylocopa (Schoenherria) subcyanea* Perez, 1901 (Gimenes *et al.* 2006).

Do ponto de vista experimental, Anzenberger (1986), seguindo um modelo proposto por Renner (1955), construiu estruturas com cavidades feitas em madeira de balsa (*Ochroma pyramidalis*). Estas foram aceitas por algumas fêmeas de *Xylocopa imitator* Smith, 1854 e *Xylocopa flavorufa* (DeGeer, 1778) (espécies africanas). Anzenberger (1986) manteve 12 indivíduos durante três meses sob observação.

Freitas & Oliveira Filho (2001), visando a introdução e manutenção de *Xylocopa* nos maracujazais no Rio Grande do Norte, Brasil, apresentaram um modelo de ninho semelhante à colméia Langstroth, que permite a visualização interna do ninho. O modelo teve boa aceitação por *X. frontalis*, com uma taxa de ocupação variando de 18,75 a 52,22%, e o uso dessas caixas racionais foi eficiente para incrementar a população dessas abelhas na área agrícola e aumentar os índices de polinização e produtividade do maracujá (Oliveira Filho & Freitas 2003).

A introdução de ninhos-armadilha com o objetivo de coletar ninhos de *Xylocopa* também foi considerada um meio alternativo eficiente para aumentar as populações em áreas de cultivo de maracujá no Estado de São Paulo (Camillo 2003).

No município de Morretes, Paraná, onde são cultivadas duas espécies de maracujá, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracujá - azedo) e *Passiflora alata* (maracujá - doce), cerca de 72 hectares são destinados para o cultivo do maracujá azedo (IBGE 1997). As espécies do gênero *Xylocopa* são os principais agentes polinizadores de maracujá e nesta região *X. frontalis* foi a mais abundante nos cultivos (Melo *et al.* 2005).

A regularização das colheitas é um dos principais objetivos da produção frutícola. No caso do maracujá, a variação nas produções pode em grande parte ser explicada pela baixa densidade populacional dessas abelhas e a falta de eficiência da polinização.

Este estudo tem por objetivo detalhar a atividade de nidificação e a variação anual das atividades de *Xylocopa frontalis* para obter informações que podem influenciar ou mesmo exercer uma ação determinante sobre a manutenção dos ninhos e a presença dessas abelhas, conseqüentemente garantindo a polinização da cultura do maracujá.

Material e métodos

Área de estudo

A região de Morretes, Paraná, está situada na encosta da Serra do Mar, coberta por Floresta Atlântica (Silva 1989). O clima é caracterizado como subtropical, do tipo Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen. A agregação dos ninhos estava localizada sob um galpão na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) ($25^{\circ}30'33''\text{S}$; $48^{\circ}48'30''\text{W}$; 64 m), cerca de 8 km da BR- 277, próximo ao entroncamento para Morretes (Fig. 1). O experimento com madeiras sob tratamentos diferentes foi realizado na propriedade do Sr. Mauro Duarte Pinto ($25^{\circ}33'06''\text{S}$; $48^{\circ}47'41''\text{W}$), aproximadamente 30 metros da BR-277.

Os dados médios de temperatura mínima, máxima e precipitação do ano de 2006 foram fornecidos pelo Simepar (Sistema Meteorológico do Paraná), referentes à Estação Meteorológica de Antonina, PR ($25^{\circ}13'\text{S}$; $48^{\circ}48'\text{W}$; 60 m) (Fig. 2, Tab. I).

Os dados climáticos históricos (de 1966 a 2006) e os valores de insolação mensal foram fornecidos pelo IAPAR, referentes à Estação Meteorológica de Morretes, PR ($25^{\circ}30'\text{S}$; $48^{\circ}49'\text{W}$; 59 m) (Fig. 3).

A umidade relativa média local foi medida no local dos ninhos com termohigrômetro. Os dados de fotoperíodo foram obtidos na página do Anuário Interativo do Observatório Nacional, na internet.

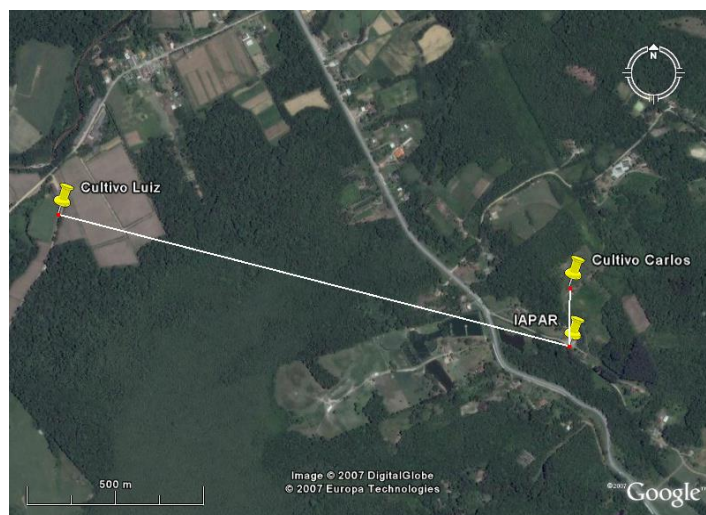


Figura 1 - Área de estudo (Instituto Agrônomo do Paraná) e os cultivos de maracujá azedo mais próximos.

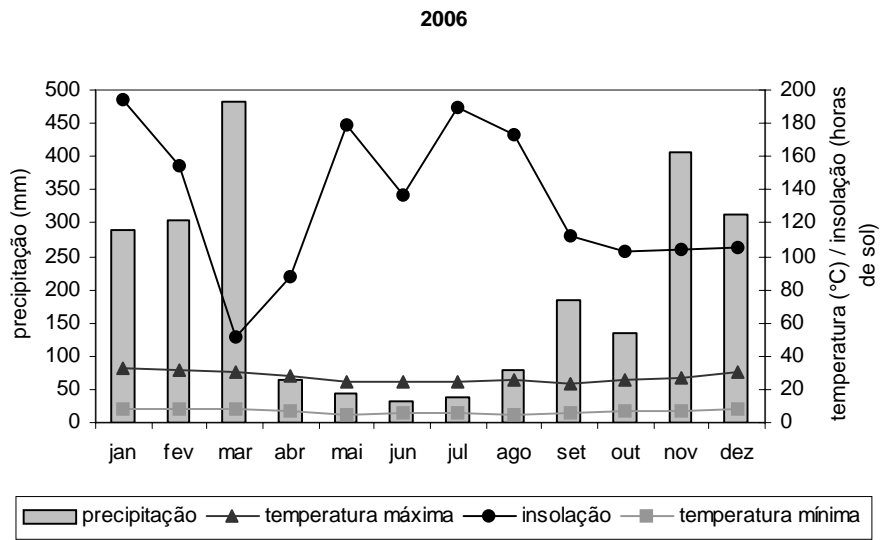


Figura 2 – Dados climáticos do ano de 2006 da região de Morretes, Paraná.

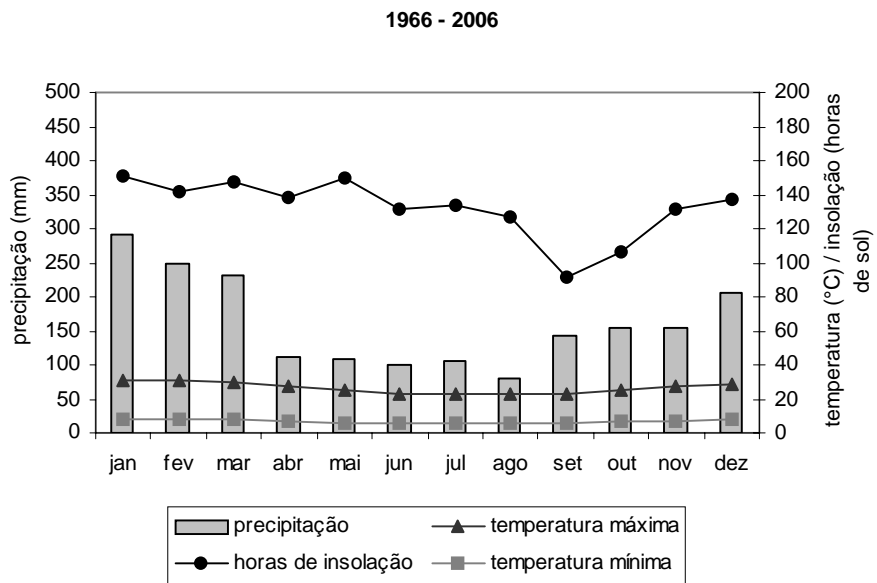


Figura 3 - Dados climáticos de 1966 a 2005 da região de Morretes, Paraná.

Tabela I – Médias mensais dos dados climáticos do ano de 2006 da região de Morretes, PR.

mês	precipitação (mm)	temp. min. (°C)	temp. máx. (°C)	Insolação (hs de sol)	Fotoperíodo (min/dia)	UR (%)
jan	289,40	20,61	32,55	193,70	811,00	62,20
fev	304,80	20,31	31,85	154,70	777,00	75,43
mar	483,80	20,66	30,85	51,60	733,00	60,86
abr	64,20	17,08	28,62	87,30	689,00	56,48
mai	42,60	12,97	24,78	179,40	633,00	48,19
jun	33,40	14,26	24,27	137,40	634,00	53,16
jul	38,40	13,21	24,58	189,80	643,00	58,14
ago	77,60	12,88	25,27	172,70	675,00	52,40
set	185,00	13,37	23,85	111,90	717,00	47,75
out	135,20	17,13	25,78	103,20	761,00	41,30
nov	407,60	18,16	27,14	103,60	801,00	44,08
dez	314,00	20,62	30,11	105,60	822,00	65,41

Acompanhamento de ninhos nos troncos

Em estudo anterior (Melo *et al.* 2005) foram ofertados substratos com pedaços de troncos de *Tibouchina* sp. (jacatirão), *Ficus* sp. (figueira) e *Schizolobium parayba* (guapuruvu), com um ou dois furos rasos feitos com furadeira sugerindo um início de escavação. Os mesmos foram instalados no dia 20 de dezembro de 2004, em locais protegidos da chuva e do sol, amarrados com arame em quatro propriedades do município.

Este estudo iniciou-se em outubro de 2006, e o acompanhamento da fundação dos ninhos foi restrito ao IAPAR.

Entre os meses de janeiro de 2006 e janeiro de 2007 a atividade externa das abelhas, ou seja, os números de vôos (contados como entradas nos ninhos de *X. frontalis*) foram acompanhados semanalmente, totalizando aproximadamente 260 horas de observação no campo.

De fevereiro a novembro de 2007, o intervalo entre as observações foram maiores.

Quando possível, os indivíduos foram capturados com rede entomológica e colocados em um tubo de plástico com um êmbolo em uma extremidade e uma tela na outra para serem marcados no mesoscuto com tintas (látex ou automotiva) (Fig. 4). Entretanto, a tinta não permaneceu por mais de uma semana nas abelhas.

Além disso, foi feita uma tentativa de colar no mesoscuto das abelhas, pedaços de papéis laminados com cores diferentes com auxílio de cola “super bonder”, mas não houve aderência. O mesoscuto foi levemente lixado, mas também não houve sucesso.

A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas a cada hora.



Figura 4 – Fêmea de *X. frontalis* capturada para marcação com tinta.

Os dias de observação e o período do dia em que as atividades de *X. frontalis* foram acompanhadas estão na Tabela II.

O número de vôos das abelhas foi considerado entre 7:00 e 17:00 horas e os dados foram ponderados para utilizar médias mensais.

Para avaliar a influência da temperatura, precipitação, umidade relativa e fotoperíodo na atividade externa das abelhas (número de vôos) foi utilizado o coeficiente de correlação.

Tabela II – Dias de observação e período do dia de observação das atividades de *X. frontalis*, Morretes, PR:

Dias de observação	Período do dia
11-jan-06	7:30 - 19:15
12-jan-06	8:00 - 18:00
17-jan-06	5:40 - 18:00
24-jan-06	7:00 - 18:00
31-jan-06	8:00 - 15:00
9-fev-06	8:00 - 15:00
16-fev-06	9:00 - 14:00
24-fev-06	9:00 - 15:00
3-mar-06	9:00 - 15:00
10-mar-06	9:00 - 15:00
20-mar-06	9:00 - 15:00
6-abr-06	9:00 - 15:00
12-abr-06	9:00 - 16:00
19-abr-06	9:00 - 16:00
26-abr-06	9:00 - 16:00
3-mai-06	9:00 - 16:00
10-mai-06	9:00 - 16:00
17-mai-06	9:00 - 16:00
24-mai-06	9:00 - 16:00
31-mai-06	9:00 - 16:00
7-jun-06	9:00 - 15:00
14-jun-06	9:00 - 15:00
21-jun-06	9:00 - 15:00
28-jun-06	9:00 - 15:00
4-jul-06	9:00 - 15:00
28-jul-06	9:30 - 15:50
11-ago-06	9:30 - 14:30
25-ago-06	10:50 - 14:50
15-set-06	10:50 - 15:50
21-set-06	9:20 - 16:00
28-set-06	10:00 - 15:00
10-out-06	9:30 - 16:00
26-out-06	9:30 - 15:00
9-nov-06	8:30 - 15:00
23-nov-06	8:30 - 15:00
30-nov-06	8:30 - 14:30
5-dez-06	8:30 - 15:00
6-dez-06	12:00 - 16:00
13-dez-06	8:30 - 14:30
20-dez-06	7:00 - 16:30
27-dez-06	7:00 - 15:30
6-jan-07	11:00 - 19:00
11-jan-07	7:00 - 19:00
17-jan-07	7:00 - 16:30

Ninhos de observação

Os ninhos de observação foram instalados de modo a possibilitar o acompanhamento da biologia dentro do ninho. Os mesmos foram confeccionados semelhante ao modelo de Freitas & Oliveira Filho (2001) com algumas modificações. Trata-se de uma caixa sem frente e sem fundo contendo cinco quadros. Cada quadro composto por uma tábua de madeira macia e seca prensada entre duas placas de acrílico transparente, presas a uma moldura de madeira resistente.

Em cada quadros foi feito um furo a 45° com uma broca de 16 milímetros, diâmetro apropriado para *X. frontalis* (Melo *et al.* 2005).

O guapuruvu (*Schizolobium parayba*) foi utilizado como substrato interno devido à sua disponibilidade, ao estado da madeira e à aceitação confirmada pelas abelhas no local. Além deste, alguns quadros com caixeta (*Tabebuia cassinoides*) foram também distribuídos de maneira arbitrária nas caixas (Fig. 5).

Um par de caixas foi instalado na propriedade do Sr. Mauro Duarte Pinto e quatro pares no IAPAR.



Figura 5 – Ninhos de observação instalados sob o galpão no IAPAR.

Ninhos em bambus

No IAPAR, além dos troncos de madeira morta e dos ninhos de observação, foram instalados posteriormente, no dia 10 de outubro de 2006, ninhos-armadilha de bambu nas vigas do galpão, próximos aos outros ninhos de madeira, que também foram acompanhados semanalmente (Fig. 6).

Contando-se com os dois lados do pedaço de bambu, divididos pelo nó, somaram-se 66 ninhos-armadilha com comprimentos, diâmetros e espessuras entre 10 e 20; 1,29 e 3,50 e 0,26 e 1,36 cm, respectivamente.

Posteriormente à ocupação pelas abelhas, os colmos de bambu foram abertos no sentido longitudinal, com auxílio de formão e marreta, para observação interna.



Figura 6 - Colmos de bambu instalados no IAPAR ocupados por *X. frontalis*.

Oferta de substratos para nidificação com diferentes graus de apodrecimento

Dez pedaços de madeira de *Ficus gomelleira* Kunth & Bouche com 40, 20 e 5 centímetros de comprimento, altura e espessura foram submetidos a dois tratamentos: cinco deles foram colocados sobre o solo na borda de uma floresta, sob influência do sol e da chuva onde eram revirados semanalmente; os outros cinco foram mantidos em local seco

dentro de um galpão, ambos no IAPAR (Fig. 7). Seis meses depois, as peças de madeira do chão encontravam-se relativamente apodrecidas atacadas por fungos, enquanto as outras não. Os pedaços foram instalados lado a lado, aos pares, a aproximadamente dois metros de altura na propriedade do Sr. Mauro Duarte Pinto.



Figura 7 – Pedacos de *Ficus gomelleira* sob dois tratamentos (solo e local seco).

Resultados

Período de fundação de ninhos novos

O período de fundação de ninhos novos está ilustrado na Figura 8, desde a instalação dos troncos, em dezembro de 2004, incluindo os ninhos em bambus.

Na região de Morretes, embora as fêmeas procurassem por locais adequados para nidificação durante quase todo o ano, com exceção de julho e agosto, os ninhos novos de *X. frontalis* foram escavados em maior número nos meses de outubro a dezembro e em menor frequência em janeiro, março e abril.

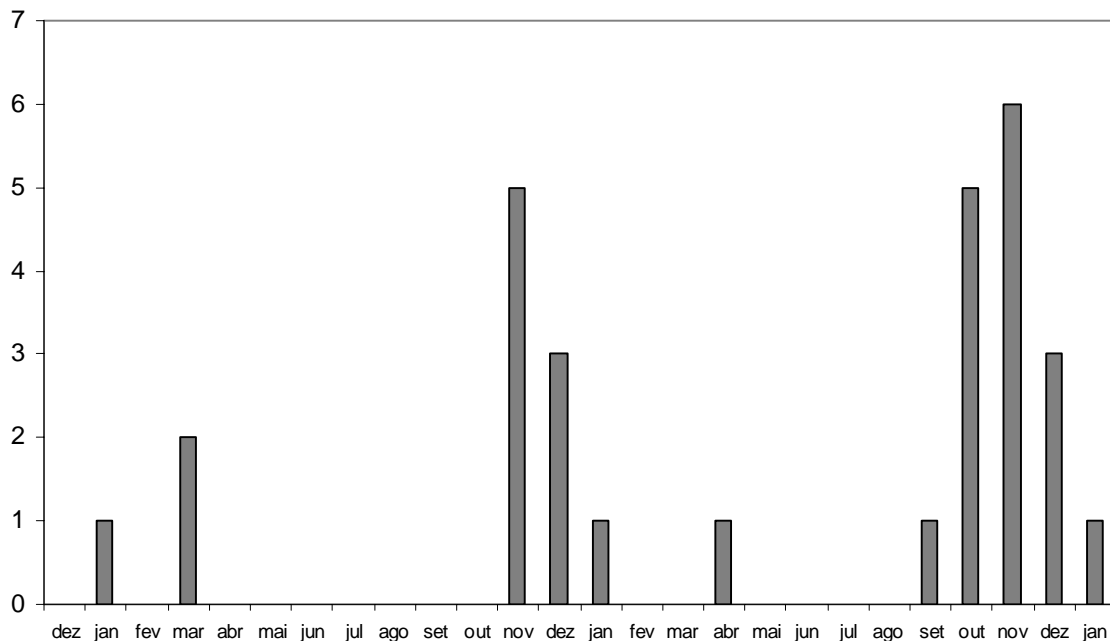


Figura 8 – Número de ninhos fundados por *X. frontalis* no IAPAR entre dezembro de 2004 e janeiro de 2007.

Durante o ano de 2007 não houve fundações nos meses de março e abril e os ninhos novos foram observados a partir da metade do mês de outubro.

Número de fundações de ninhos por ano

De janeiro a dezembro de 2005 foram escavados 11 ninhos nos troncos disponíveis sob o galpão do IAPAR. De janeiro a dezembro de 2006, foram fundados 17 ninhos novos, sendo oito escavados nos troncos e nove colmos de bambu ocupados.

O número de ninhos novos foi correlacionado com os dados médios históricos de precipitação ($r = 0,67$), temperatura mínima ($r = 0,52$) e temperatura máxima ($r = 0,57$) de dois meses após as fundações. Quando os mesmos dados foram correlacionados mês a mês, tal correlação não foi significativa ($r = 0,34$; $0,25$ e $-0,01$).

Reuso de ninhos inativos

Além da escavação dos ninhos novos, algumas abelhas reutilizaram ninhos já existentes nos troncos, porém inativos. Foram dois ninhos em fevereiro, quatro em março, dois em abril e dois em setembro.

Nos meses de julho e agosto houve uma queda no número de ninhos ativos (Fig. 9).

Frequência de atividades

As atividades externas aos ninhos ativos de *X. frontalis* foram mais frequentes de janeiro a abril e de setembro a dezembro de 2006, sendo julho e agosto os meses de menor movimento (Fig. 24, em anexo).

Para diminuir o efeito do aumento populacional e se aproximar de uma unidade, foi calculada uma relação da atividade das abelhas por ninho ativo (Tab. III), que foi correlacionada com a umidade relativa média local ($r=0,47$), precipitação ($r = 0,63$), fotoperíodo ($r = 0,77$), temperatura máxima ($r = 0,77$) e principalmente com a temperatura mínima ($r = 0,81$). Não houve influência da insolação ($r = - 0,28$).

Quando correlacionadas com as médias históricas, os índices foram um pouco mais elevados para a precipitação ($r = 0,77$), temperatura máxima ($r = 0,82$) e temperatura mínima ($r = 0,87$) e insolação ($r = 0,12$).

Nos meses mais quentes do ano, o início das atividades de limpeza do ninho e os vôos de forrageamento das fêmeas de *X. frontalis* ocorreram em torno das 7:00 h, sendo a temperatura local mínima registrada em torno de 22,5 °C. Nos meses mais frios, as atividades se iniciavam mais tarde, com variações desses horários entre os ninhos.

Tabela III – Dados sobre o número médio de ninhos ativos e o número de vôos de *X. frontalis* /dia médios entre os meses de janeiro de 2006 e janeiro de 2007:

mês	n° vôos/dia	n° ninhos ativos	atividade/ninho
jan	35,75	7,5	4,76
fev	42,33	6,6	6,41
mar	35,50	10,5	3,38
abr	47,25	11	4,29
mai	16,20	8,25	1,96
jun	10,75	8,25	1,31
jul	8,00	7	1,14
ago	4,00	6	0,66
set	44,00	12,6	3,49
out	40,50	12	3,75
nov	43,00	12	3,58
dez	47,25	12	3,90
jan	72,60	13	5,58

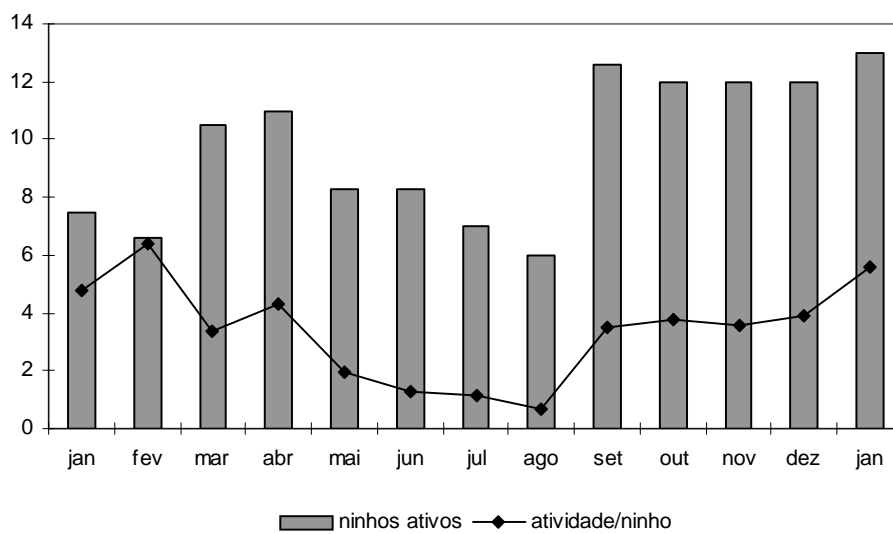


Figura 9 – Número médio de ninhos ativos e atividade das abelhas/ninho ativo no IAPAR entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007.

No mês de janeiro de 2006, com os valores de insolação e temperatura mais elevados, o pico de atividades ocorreu entre 10:00 e 11:00 h (22 vôos) e entre 14:00 e 15:00 h (20 vôos) e em janeiro de 2007, entre 9:00 e 10:00 h (27 vôos) e 14:00 e 15:00 h (35 vôos). Às 13:00 horas já havia fêmeas retornando ao ninho com pólen no mesoscuto, provavelmente de maracujá.

Os meses de fevereiro, março e abril de 2006 apresentaram um padrão semelhante: nos intervalos de 10:00 às 11:00 h (em torno de 20 vôos) e entre 13:00 e 14:00 h (40 vôos).

De maio a agosto houve uma queda gradativa nas atividades.

Em setembro o pico de atividades ocorreu entre 13:00 e 14:00 h (27 vôos) e em outubro de 10:00 às 11:00 (24 vôos). A partir do mês de dezembro, os picos de atividade são semelhantes aos de fevereiro a abril.

Tabela IV - Correlações entre as atividades de *X. frontalis* e os fatores atmosféricos:

	precipitação	temp. mín.	temp. máx.	insolação	fotoperíodo	UR %
ativ.idade das fêmeas	0,65	0,73	0,58	-0,54	0,77	0,15
atividade dos machos	0,01	0,00	-0,20	-0,30	0,29	-0,38
atividade das fêmeas/ninho ativo	0,63	0,81	0,77	-0,29	0,77	0,47
fundação de ninhos	0,34	0,25	-0,01		0,52	
atividade das fêmeas/ninho ativo*	0,77	0,87	0,83	0,12		
fundação de ninhos**	0,67	0,52	0,57			

* Número de vôos/número de ninhos ativos correlacionados com as médias climáticas históricas.

** Número de ninhos fundados correlacionados com as médias climáticas históricas de dois meses depois.

Observações comportamentais

No início do aprovisionamento dos ninhos fundados, os vôos para coleta de pólen foram realizados preferencialmente de manhã (até 14:00 h). As desidratações de néctar foram observadas principalmente no período da tarde geralmente logo após o retorno ao ninho (Fig. 10). A limpeza dos ninhos (retirada de serragem com auxílio das pernas

posteriores e ápice do metassoma) foi observada ao longo do dia (9:00 às 16:00 h), embora mais freqüentes no período da manhã. Estas observações estão resumidas na tabela V.

As abelhas retornavam aos ninhos com pólen amarelo vivo no mesoscuto durante o período diurno da antese das flores de *P. edulis* e realizavam a limpeza desse pólen: limpavam-se vigorosamente no interior do ninho acumulando o pólen próximo à entrada, o qual era arrastado com auxílio das cerdas do ápice do metassoma para fora do ninho.

Os vôos de reconhecimento, em que as abelhas sobrevoavam em frente dos ninhos ou realizavam vôos curtos e logo entravam repetidas vezes, foram feitos pelas abelhas jovens (mais lentas, sem desgaste alar) ou quando ocupavam um ninho novo e ocorreram de janeiro a abril e em novembro. Além disso, neste período, tanto os machos como as fêmeas esfregavam o ápice do metassoma em várias direções próximo à entrada dos seus ninhos.

Em dias de chuva as abelhas que saíam dos seus ninhos também realizavam um vôo curto e breve, retornando em segundos. Esses eventos ocorreram nos meses de março e dezembro.

Em dezembro, ao sinal de tempestade, em todos os ninhos as abelhas se posicionaram com o metassoma fechando a entrada. Este hábito também se repetiu nos dias 10 (13:00 – 14:00 h) e 31 de maio (9:00-11:00 e 13:00-14:00 h) e 21 de junho (10:00-11:00 h) (Fig. 11).

Entre as interações intraespecíficas, foi observada uma pilhagem no início de janeiro, em que um dos ninhos foi pilhado por uma fêmea de um ninho próximo bastante ativo, com mais de uma fêmea e macho. A fêmea primeiro tentou entrar devagar no ninho a ser pilhado e como não encontrou resistência, entrou. Ao sair havia uma quantidade grande de pólen na parte ventral do seu metassoma, nas escopas, além de carregar uma grande massa de pólen claro nas mandíbulas. Foi capturada e marcada com tinta, para observar se este comportamento se repetiria. Depois de solta, a mesma retornou para o próprio ninho.

Em fevereiro, em torno de 11:00 h, durante a limpeza do ninho em que foram retiradas exúvias e fezes de larvas junto com a serragem, uma fêmea expulsou uma pupa viva, ainda não melanizada (Fig. 12). Neste mesmo mês foi encontrada uma larva no chão, com cerca de três centímetros e meio de comprimento. Em um outro ninho, no início de abril, na parte da manhã foi expulsa uma larva viva (de aproximadamente um centímetro e meio de comprimento) durante a limpeza do ninho.



Figura 10 – Fêmea de *X. frontalis* desidratando néctar na entrada do ninho.



Figura. 11 - Fêmea de *X. frontalis* bloqueando a entrada do ninho com seu metassoma.



Figura. 12 – Fêmea de *X. frontalis* realizando a limpeza do ninho e uma pupa expulsa ainda viva.

Presença de machos

Os machos de *X. frontalis* foram observados durante todo o ano de 2006, em pelo menos um dia de observação de cada mês, com exceção de novembro. Foram vistos freqüentemente na entrada dos seus ninhos e muitas vezes sendo expulsos dos ninhos em que nasceram. Sua atividade (número de vôos) não apresentou correlação significativa com nenhuma variável ambiental (Tab. IV), sendo associada apenas com a quantidade de ninhos ativos ($r=0,58$).

O maior número de vôos ocorreu entre setembro e outubro de 2006, período que antecedeu o início da fundação de novos ninhos (Fig. 13).

No mês de janeiro, os machos apareceram na entrada dos ninhos entre 7:00 e 8:00 h, mas saíram dos ninhos somente após as 9:00 h.

Em fevereiro e março, os machos ocuparam ninhos inativos e suas atividades ocorreram entre 10:00 e 14:00 h, em torno de 10 minutos por viagem (nas tentativas de retorno ao ninho materno) e de 4 minutos (vôos de reconhecimento).

No início de abril, embora não tenha sido observado nenhum vôo, um macho foi visto na entrada de um ninho inativo a partir das 10:30 h, e de meia em meia hora reapareceu, até que às 14:00 h saiu caminhando, tocando o tronco com o ápice do seu metassoma em várias direções e entrou. O mesmo comportamento foi repetido em torno das 15:00 h. Nas observações posteriores até o mês de maio, os machos apenas apareceram na entrada dos ninhos, em torno das 13:00 e 14:00 h (Fig. 14).

Em junho e julho, assim como para as fêmeas, não houve atividade externa, com exceção de um macho que saiu de um ninho e entrou em outro, em torno das 14:00 h, no final de julho. Entretanto, nesta época muitos machos mortos foram encontrados no chão, próximos aos ninhos.

No início de agosto foi observado, aproximadamente às 13:00 h, o macho de um ninho “empurrando” uma fêmea para fora do ninho, e quando esta retornou da viagem de forrageamento, os alimentou por trofalaxia (Fig. 15).

Em setembro os machos desidrataram néctar entre 9:00 e 10:00 e entre 13:00 e 14:00 h. Foram muito ativos entre 9:00 e 14:00 h, sendo a maioria dessas atividades relacionada aos vôos de reconhecimento (com duração de 30 segundos a 3 minutos). No fim deste mês, às

13:28 h, dois machos se revezavam na entrada de um ninho quando uma fêmea chegou e os alimentou por trofalaxia na galeria. Às 13:44 h a fêmea chegou novamente e os alimentou, com seu metassoma ainda para fora do ninho. Oito minutos depois, um dos machos apareceu na entrada do ninho limpando seu aparelho bucal com as pernas anteriores, logo em seguida este comportamento foi repetido pela fêmea, que não pôde entrar no ninho devido ao bloqueio, seguido de um som vibrante de um dos machos e a mesma saiu. Trinta minutos depois a fêmea chegou e os alimentou novamente.

No mês de outubro, assim como em setembro, os vôos ocorreram entre 9:00 e 14:00 h, sendo a maioria aparentemente em busca de novos ninhos. Em novembro os machos não foram vistos. Em dezembro a maioria dos vôos foi rápida, para reconhecimento dos ninhos.

Em janeiro de 2007 as atividades dos machos ocorreram ao longo do dia, entre 9:00 e 17:00 h, assim como em janeiro de 2006.

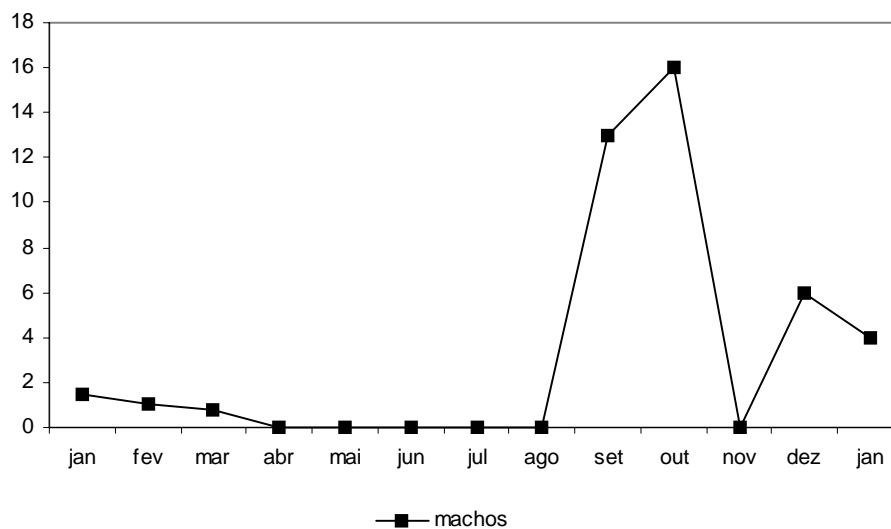


Figura 13 – Médias mensais do número de vôos/dia realizados pelos machos *X. frontalis* durante o ano de 2006 e janeiro de 2007.



Figura 14 – Macho de *X. frontalis* marcado no mesoscuto com tinta branca.



Figura 15 – Macho de *X. frontalis* “empurrando” uma fêmea para o forrageamento na entrada de um dos ninhos.

Presença de inimigos naturais

Vespas pertencentes ao gênero *Leucospis* Fabricius, 1775 (Leucospidae, Chalcidoidea) foram observadas no final de janeiro até março de 2006 e fevereiro e março de 2007, sobrevoando próximo aos ninhos de *X. frontalis*, geralmente entre 11:00 e 12:30 h. Em um dos troncos, a vespa foi vista perfurando a parede lateral com seu ovipositor.

Os adultos do coleóptero *Cissites maculata* Swederus, 1787 (Meloidae) foram vistos a partir da metade de setembro, no período da tarde, entrando e saindo lentamente e livremente dos ninhos ativos de *X. frontalis*, onde raramente houve conflito com as abelhas (Fig. 16). Entretanto, até o mês de dezembro, muitos meloídeos foram encontrados mortos no chão.

No final do mês de outubro e em novembro de 2006, quatro ninhos de um tronco de guapuruvu foram ocupados por formigas do gênero *Camponotus* Mayr, 1861 (Formicidae), fechados com fragmentos de galhos e folhas.

No ano seguinte, em outubro de 2007, outro tronco com cinco ninhos ativos de *X. frontalis* foi igualmente ocupado pelas mesmas formigas.



Figura 16 – Meloídeo *Cissites maculata* caminhando entre os ninhos de *X. frontalis*.

Tabela V - Ciclo de vida de *X. frontalis* durante o ano de 2006:

	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	janeiro
flores de <i>P. edulis</i> em Morretes													
procura por ninho													
escavação (ninhos novos)	1			1					1	5	6	3	1
reutilização ninhos inativos		2	4	2					2				
presença macho													
expulsão machos													
expulsão fêmeas													
desidratação néctar													
aprovisiona/pólen nas escopas													
pólen no mesoscuto													
limpeza de serragem													
limpeza de exúvias													
vôo reconhecimento													
marcação do ninho													
perseguição													
pilhagem													
<i>Leucospis</i> sp.													
<i>Cissites maculata</i>										mortos		mortos	
<i>Camponotus</i> sp.	sp. 1									sp. 2	sp. 2		
metassoma na entrada					3	3						10	
machos mortos													
fêmeas mortas													

Defesa do ninho

Em janeiro de 2006, em torno das 12:00 h, uma formiga do gênero *Camponotus* se aproximou da entrada de um ninho localizado na parte inferior do tronco de guapuruvu. Neste momento, uma fêmea de *X. frontalis* desceu pela galeria e acompanhava os movimentos da formiga com a cabeça. A fêmea subiu pela galeria e assim que a formiga entrou, a fêmea desceu rapidamente, como um êmbolo até a entrada do ninho e a formiga foi atirada ao chão.

Um comportamento agressivo entre as abelhas foi observado em dois casos em um mesmo dia, no mês de março de 2006: no primeiro caso, ao entrar no ninho uma fêmea foi mordida por outra que estava de guarda, quando esta saiu, a fêmea mordida entrou, mas outra fêmea que estava dentro do ninho a expulsou. Mais tarde, no mesmo ninho uma fêmea chegou com pólen no mesoscuto, houve conflito e duas fêmeas se morderam, caíram

no chão, a que estava dentro entrou, a que chegou com pólen tentou entrar novamente por duas vezes, seguido de novos conflitos (Fig. 18).

No segundo caso, duas fêmeas de tamanhos diferentes retornaram à agregação de ninhos com pólen no mesoscuto e a fêmea maior perseguiu durante o vôo a fêmea menor, tentando morder o seu metassoma até que a menor entrou em um ninho e a maior em outro.

A manipulação excessiva de uma fêmea (para retirada de pólen ou marcação com tinta), tornava-a agressiva por várias semanas.

Em outra ocasião em que o observador bateu no ninho, foi surpreendido com vôos rasantes e batidas contra seu corpo.

Um tipo de defesa comum foi a ejeção de fezes nos intrusos, incluindo em coespecíficos, quando se aproximavam dos ninhos.



Figura 18 - Fêmea guarda de *X. frontalis* expulsa uma coespecífica que chega ao ninho.

***Xylocopa (Neoxylocopa) brasilianorum* (Linnaeus, 1767)**

No final de junho de 2006, uma fêmea de *X. brasilianorum* foi observada próxima à agregação de ninhos de *X. frontalis*, visitando flores de *Centrosema virginianum* (Fabaceae), em torno de dez horas da manhã, e permaneceu cerca de duas horas em uma mesma flor (Fig. 19).

No dia 21 de dezembro, uma fêmea de *X. brasilianorum* fundou um ninho na parte inferior de um pedaço de um único ramo de araucária instalado no galpão junto à agregação

em dezembro de 2004, como oferta de substratos para nidificação, assim como os outros pedaços de madeira.

Durante a escavação do ninho realizou cerca de cinco vôos, provavelmente para se alimentar, retornado sem pólen no corpo.

Duas semanas depois, estava aprovisionando o ninho com pólen nas escopas e desidratando néctar. Durante a desidratação, o néctar observado no aparelho bucal desta espécie era mais denso, esbranquiçado e conspícuo em relação ao de *X. frontalis*.



Figura 19 – *Xylocopa brasilianorum* na flor de *Centrosema virginianum* (Fabaceae).

Recursos florais utilizados

As espécies visitadas por *X. frontalis* durante este estudo, que puderam ser observadas próximas à agregação dos ninhos foram *Tibouchina pulchra* (Melastomastaceae) (novembro a janeiro), *Senna multijuga* e *Senna* sp. (Caesalpinaceae) (janeiro, fevereiro), *Caesalpinia peltophoroides* (Fabaceae) (outubro), *Centrosema virginianum* (Fabaceae) (abril a junho), *Bixa orellana* (Bixaceae), além dos maracujás *P. edulis* (novembro a maio) e *P. alata* (ano todo) (Passifloraceae) para coleta de néctar.

Ninhos de observação:

Neste estudo, os ninhos de observação modificados das caixas racionais propostas por Oliveira-Filho & Freitas (2003), em que os quadros limitados por placas de acrílico permitiriam o acompanhamento do desenvolvimento das galerias dos ninhos, não foram aceitos pelas abelhas.

Com o intuito de atrair as abelhas, foram colados pedaços de bambu na entrada dos quadros. Porém, as entradas com e sem os pedaços de bambu freqüentemente foram inspecionadas pelas abelhas, inclusive um pouco da serragem foi retirada. Em um dos quadros, foi escavado um túnel de aproximadamente 25 centímetros, posteriormente abandonado sem razão aparente.

Numa tentativa de estabelecer alguns ninhos de observação, no dia 27 de fevereiro de 2006, um tronco de guapuruvu com seis ninhos aparentemente ativos, da propriedade do Sr. Mauro foi transportado ao IAPAR e aberto para a obtenção de larvas ou pupas (Fig. 20). Deste tronco foram retiradas quatro larvas que foram distribuídas nos quadros de maneira arbitrária em células artificiais: duas ainda se alimentando, com parte da massa de pólen e duas sem alimento. Um pequeno túnel nos quadros foi escavado para recebê-las e um tampão de madeira macia foi utilizado para protegê-las de possíveis predadores.

Quatro dias depois, durante as inspeções semanais, foram observadas apenas duas larvas vivas, as mesmas que não tinham massa de pólen.

No dia 10 de março de 2006, as duas larvas empuparam, porém uma delas foi atacada por formigas pequenas. A outra pupa estava viva e se mexendo (Fig. 21). A entrada deste quadro foi tapada com fita crepe para uma melhor proteção. Cinco dias depois, esta pupa estava viva, mexia o ápice do abdome e seus olhos começaram a escurecer (melanizar). Dia 24 de março, além dos olhos, o corpo também se encontrava pigmentado e com o ápice do metassoma mexendo. No dia 31 de março, a pupa estava bem escura e mexia as pernas lentamente. No início de abril, a pupa estava ativa, retirando restos de exúvia das pernas, da cabeça e do mesossoma. No dia 12 de abril só havia uma fina camada de exúvia na extremidade de uma das antenas. Na semana seguinte estava morta e ressecada, sem chegar a distender as asas.



Figura 20 – Ninho de *X. frontalis* em tronco de guapuruvu transportado ao IAPAR: célula com o ovo na massa de pólen (a) e células com larvas (b).

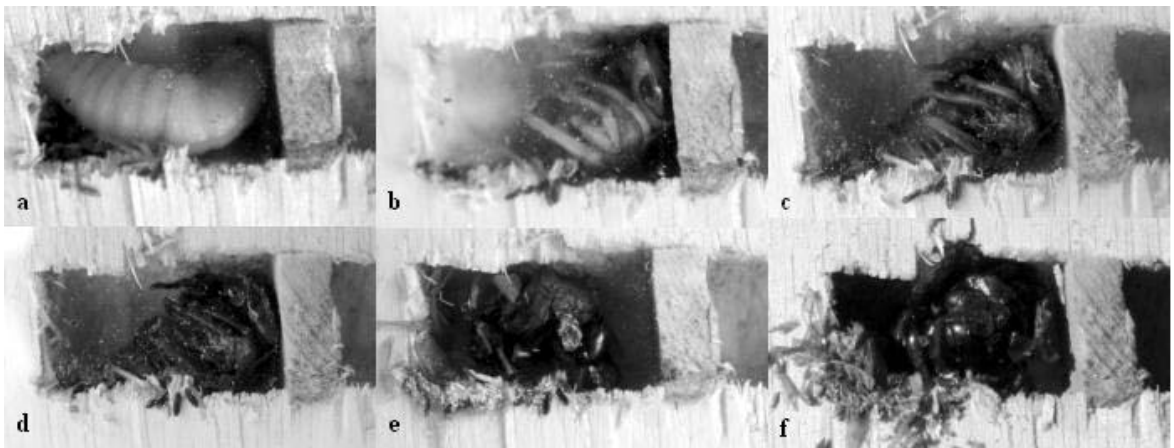


Figura 21 – Ninho de observação com *X. frontalis* nos dias 3 de março (a), 15 de março (b), 24 de março (c), 31 de março (d), 6 de abril (e) e 19 de abril (e) do ano de 2006.

Ninhos em bambus:

Apenas duas semanas após sua instalação, quatro colmos de bambu já estavam ocupados e sendo aprovisionados por fêmeas de *X. frontalis*. Nas semanas seguintes outros quatro colmos foram ocupados pelas abelhas. Suas paredes internas foram escavadas e as fêmeas frequentemente foram vistas retirando serragem (as fibras mais longas) durante a limpeza. Além destes, três colmos de bambu chegaram a apresentar suas paredes internas

escavadas, mas foram abandonados. Os bambus virados para o lado interno do galpão foram os mais utilizados, sendo apenas um ocupado do lado externo.

Os comprimentos utilizados foram aqueles em torno de 20 cm, com exceção de um colmo com aproximadamente 10 cm. Os diâmetros internos utilizados foram aqueles entre 1,29 e 2,33 e as espessuras entre 0,77 e 1,0 cm. (embora a maioria disponível estivesse entre 0,26 e 0,61 cm). A figura 22 mostra claramente esta preferência.

Em junho de 2007 os colmos de bambu ocupados foram abertos. Nas paredes internas, havia uma ou duas reentrâncias profundas (de até 0,64 cm) que se localizavam desde o final das células ou até dois centímetros da entrada. As paredes das células também foram superficialmente desgastadas (Fig. 23). O número de células e de imaturos variou de 1 a 4 e a razão sexual foi de 1: 0,28 (Tab.VI).

Após as observações, os colmos de bambu foram fechados com fita, mas devido à esta manipulação, a maioria ficou com frestas no local do nó.

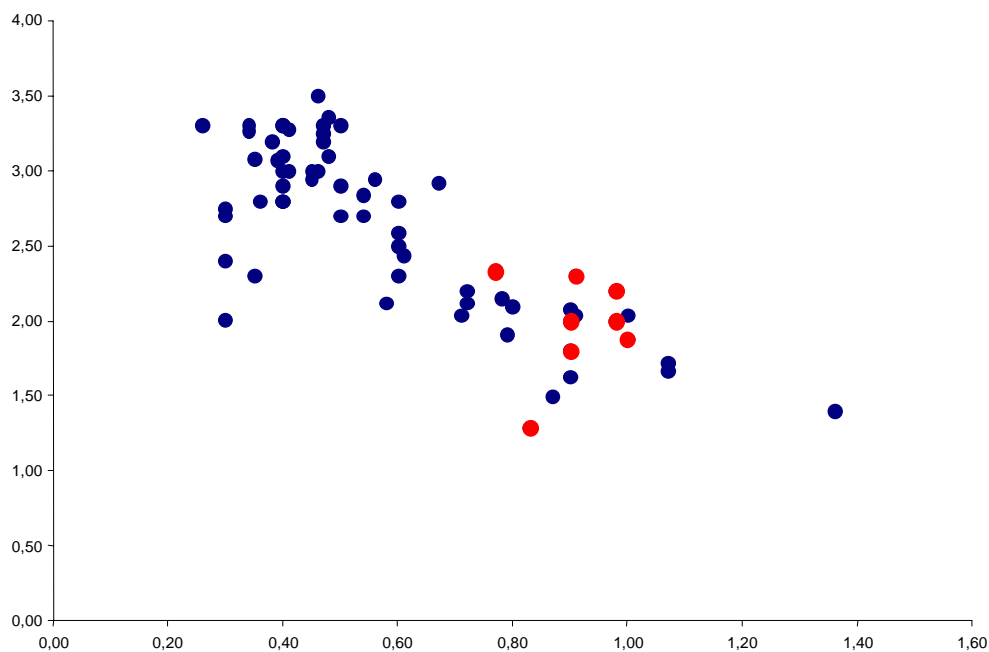


Figura 22 - Relação entre o diâmetro e a espessura (em centímetros) dos ninhos-armadilha de bambu. Ninhos ocupados (vermelho) e não utilizados (azul).

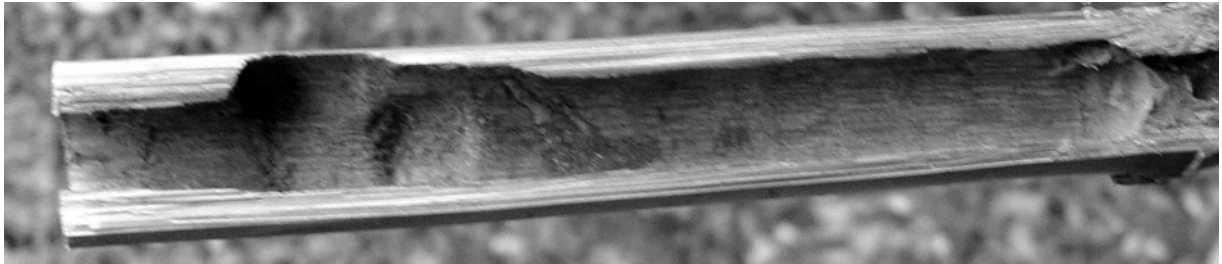


Figura 23 – Colmo de bambu aberto longitudinalmente mostrando duas reentrâncias nas paredes internas, próximas à entrada, cujo material foi retirado pela fêmea de *X. frontalis*.

Tabela VI – Número de células, machos e fêmeas de *X. frontalis* encontrados nos colmos de bambu abertos:

Número do ninho	células	fêmeas	machos
1	4	2	2
15	4	3	0
31	3	2	0
32	1	0	0
35	3	3	0
36	3	2	1
38	3	2	1

Oferta de substratos com diferentes graus de apodrecimento.

Os pedaços de madeira que estavam no solo estavam visivelmente mais escuros em relação àqueles que foram armazenados no galpão. Apenas as madeiras mais escurecidas, que foram tratadas no chão, foram escavadas pelas abelhas.

No dia 6 de dezembro de 2006, uma fêmea de *X. brasilianorum* foi observada escavando um ninho na parte inferior da madeira nº 6 (com sua cabeça e parte do mesoscuto para dentro da cavidade). Além deste ninho, na mesma madeira havia um início de outra escavação de *X. frontalis*. Dia 13 de dezembro de 2006, a fêmea de *X. brasilianorum* escavava o mesmo ninho (agora com quase todo corpo dentro da cavidade). No dia 9 de janeiro de 2007, na mesma madeira nº 6 havia duas fêmeas de *X. frontalis* onde a fêmea de *X. brasilianorum* estava escavando seu ninho.

No dia 2 de fevereiro de 2007 a madeira nº 6 continha um ninho de *X. frontalis* e duas escavações inacabadas, sendo uma de *X. frontalis* e outra de *X. brasilianorum* (na parte de baixo) e na madeira nº 3 havia um ninho escavado por *X. brasilianorum*.

No dia 6 de março, a madeira nº 3 continha 1 ninho de *X. frontalis* (antes de *X. brasilianorum*), um ninho de *X. brasilianorum* (embaixo) e uma escavação inacabada (frente).

Em agosto de 2007 a madeira nº 6 continha um ninho de *X. frontalis* e duas escavações inacabadas e a madeira nº 3, um ninho com duas fêmeas de *X. frontalis* e um ninho com duas fêmeas de *X. brasilianorum*.

Observou-se, assim, que a espécie *X. frontalis* utilizou duas vezes o início de escavação (ou o ninho) de *X. brasilianorum*, sendo que em um desses ninhos havia duas fêmeas de *X. frontalis* em uma das observações em que o ninho ainda era recente.

Discussão

Período de fundação de ninhos novos

Como a maior frequência de fundação de ninhos novos ocorreu nos meses de outubro a dezembro e a época de fundações é diretamente relacionada com o número de gerações, nesta região ocorreu apenas uma geração por ano.

Algumas abelhas que emergiram neste período se dispersaram e fundaram ninhos novos ou reutilizaram ninhos inativos, mas não se reproduziram imediatamente, pois os ninhos não foram provisionados.

No interior do Estado de São Paulo o período reprodutivo foi diferente, a espécie *X. frontalis* nidificou durante todo o ano, com duas estações de maior frequência: dezembro a março e junho a setembro, onde ocorrem duas ou mais gerações por ano (Camillo & Garófalo 1982, 1986; Camillo *et al.* 1986).

Sakagami & Laroca (1971) sugeriram que espécies de *Xylocopa* de clima temperado eram univoltinas, enquanto espécies tropicais e subtropicais seriam bivoltinas. Entretanto, este estudo mostrou que *X. frontalis* é univoltina na região de estudo.

Comparativamente, também houve diferença no ciclo reprodutivo de populações da espécie *Xylocopa (Neoxylocopa) fimbriata* Fabricius, 1804. No México, durante a estação

chuvosa, essas abelhas estavam ativas, escavando e provisionando ninhos (Janzen 1966) e na Costa Rica estavam num período de relativa inatividade (Sage 1968).

Roubik (1989) relatou que a variação entre univoltinismo e multivoltinismo ocorre no mesmo gênero ou na mesma família, podendo ocorrer em uma única espécie dependendo de diferenças regionais e que pouco se conhece sobre os fatores físicos que encerram a diapausa dos adultos.

O número de ninhos novos está correlacionado com os dados históricos de precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima de dois meses após as fundações, o que pode ser explicado pela duração dos estágios imaturos, que varia de 45 a 65 dias. Esta correlação foi significativamente maior daquela que correlacionou os mesmos dados mês a mês. Esta correlação, principalmente relacionada à precipitação, a qual foi mais acentuada, sugere que as abelhas poderiam prever a melhor época, garantindo certa abundância de recursos alimentares para a próxima geração. A variação anual da umidade do solo pode regular a quantidade de néctar na flor (Camillo 2003).

Por outro lado, o provisionamento dos ninhos também depende dos recursos florais no ambiente. Essas abelhas utilizam uma grande variedade de espécies de plantas, exibindo um comportamento generalista em relação às fontes de néctar e pólen. Como são abelhas longevas, ao longo do ano, as fêmeas forrageiam em um grande número de plantas, mudando de fonte de alimento à medida que novas espécies entram em floração (Melo *et al.* 2005).

Entretanto, uma das principais fontes de pólen para o provisionamento dos ninhos nesta região foi *Tibouchina pulchra*, que floresce de novembro a fevereiro. Silva (2006) observou que, nesta espécie, *X. frontalis* foi o visitante floral mais abundante, principalmente no período da manhã.

Reuso de ninhos inativos

Os ninhos reutilizados observados de fevereiro a abril foram ocupados pelas abelhas jovens numa fase de dispersão dos seus ninhos maternos, enquanto aqueles ocupados em setembro poderiam estar associados à mesma situação, porém após o período inativo das abelhas durante os meses mais frios.

A queda do número de ninhos ativos em julho e agosto pode estar associada a uma grande mortalidade de machos e fêmeas, observada em julho.

Influência dos fatores atmosféricos nas atividades de *X. frontalis*

Os fatores físicos do ambiente obviamente influenciam o comportamento das abelhas, contudo, a atividade das abelhas por ninho ativo foi mais correlacionada com as médias climáticas históricas quando correlacionada com os valores atuais. Porém em ambos os casos, a temperatura mínima foi o principal fator abiótico que influenciou o número de vôos das abelhas.

Como os valores de temperatura são altamente correlacionados com os do fotoperíodo, seria impossível determinar qual desses dois fatores seria o mais importante. E como ambos são relativamente estáveis ao longo do ano, podem ser também mais previsíveis que outros fatores, como a precipitação (Marques *et al.* 2004).

Em Morretes, a espécie *X. frontalis* foi abundante nos cultivos de maracujá nos períodos mais quentes do dia, enquanto outras abelhas menores não foram vistas (Melo *et al.* 2005).

Neste estudo, a temperatura máxima teve uma influência menor do que a temperatura mínima, provavelmente devido à habilidade de termorregulação, uma característica biológica das abelhas grandes. Em ambientes de temperaturas elevadas, seu tórax é resfriado por condução, desviando seu calor para o metassoma, o qual providencia uma dispersão eficiente (Gerling *et al.* 1989). Por outro lado, esta perda de calor por convecção também poderia restringir o voo em temperaturas mais baixas (Baird 1986).

Neste sentido, a temperatura mínima foi importante para determinar o início das atividades das abelhas e, apesar da variação entre as situações em que os ninhos se encontravam, as atividades iniciaram-se mais cedo nos meses mais quentes.

Em regiões mais quentes, outros estudos demonstraram que as atividades de *Xylocopa* spp. iniciaram mais cedo. Varassin & Silva (1999) observaram em Guarapari, ES, que as visitas às flores de *Passiflora alata* pelas espécies *X. brasilianorum*, *X. frontalis* e *Xylocopa ordinaria* Smith, 1874 iniciaram-se uma hora após sua abertura, em torno das 5:30 h. Na Bahia, o início das atividades de fêmeas e machos de *X. subcyanea* foi sincronizado com os

horários do nascer e pôr-do-sol (5:30 às 17:00 h), mas com a temperatura acima de 20°C (Gimenes *et al.* 2006). Da mesma maneira, Pereira (2003) observou em Ribeirão Preto, SP, que a temperatura influenciou no horário de início de atividade das espécies *X. frontalis* e *X. grisescens*, que só voaram quando a temperatura excedeu 20°C.

Em um estudo mais refinado sobre a termorregulação de *Xylocopa virginica* (Linnaeus, 1771) em Nova Jersey, EUA, a temperatura mínima do tórax necessária para iniciar e sustentar o vôo foi de aproximadamente 30°C, e as abelhas ainda se aqueceram mais 5°C antes do vôo, o que envolve também um gasto de energia considerável (Baird 1986). Baird (1986) e Gimenes *et al.* (2006) indicaram que a temperatura do ninho também poderia ser elevada pela insolação e antecipar as atividades das abelhas, mas esse fato não foi evidente no presente estudo, pois as abelhas dos ninhos que receberam os primeiros raios de sol não foram as primeiras a sair dos ninhos pela manhã.

Entre os outros fatores, a chuva também abreviou os vôos de *X. virginica* (Baird 1986). A influência da umidade relativa não foi importante, possivelmente devido à perda de calor do corpo das abelhas não depender exclusivamente da evaporação.

A insolação não teve influência significativa, o que pode ser explicado pela perda de calor pelo metassoma dessas abelhas.

Provavelmente este fator seria mais importante em abelhas de tamanho corporal menor, como as espécies do grupo *Xylocopa tabaniformis* (Smith, 1854) estudadas por Janzen (1964), que retardaram suas atividades em até quatro horas após o pôr-do-sol em dias quentes e claros. Em dias nublados, anteciparam uma hora suas visitas às flores.

Influência da fenologia de *P. edulis* nas atividades de *X. frontalis*

O número de vôos do período da tarde foi influenciado pelo número de flores de maracujá ao longo do ano. Em Morretes, a florada de *P. edulis* inicia no final de novembro e se estende até o final de maio, com um pico de formação de estruturas reprodutivas entre fevereiro e abril. As flores abrem a partir das 13:00 h e a taxa de visitação pelas fêmeas de *X. frontalis* ocorre em maior frequência entre 13:00 e 14:00 h, caindo gradativamente durante o período da antese. A polinização natural, quando acontece de 14:30 às 16:30 h tem maior probabilidade de ser eficiente, mesmo com apenas uma visita, visto que é o

período no qual os estiletes já estão curvados e os estigmas, fáceis de serem tocados por visitantes de grande porte (Melo *et al.* 2005).

Como o período de início da antese coincidiu com o pico de atividades das abelhas nos ninhos, houve uma sincronia entre as atividades diárias de *X. frontalis* com o horário de abertura das flores de *P. edulis*. Do mesmo modo, foi constatado que a atividade diária de *Xylocopa fenestrata* (Fabricius 1798) foi sincronizada com o horário de abertura das flores de Cucurbitaceae em uma região subtropical da Índia (Sihag 1993).

Observações comportamentais

As fêmeas guardam seus ninhos contra as coespecíficas que querem roubar seu estoque de pólen durante o período de nidificação (Gerling *et al.* 1981) e de acordo com Camillo *et al.* (1986), além de o néctar ser transferido por trofalaxia pela mãe, o pólen é depositado numa região distal na galeria.

Hogendoorn & Leys (1993) viram que machos e fêmeas jovens recém emergidos de *Xylocopa pubescens*, que permaneceram nos ninhos por alguns dias, também comiam pólen das células em construção. Deste modo, como o ninho da fêmea pilhadora estava bastante ativo, com muitos jovens ainda sendo alimentados, a pilhagem poderia ser explicada pela grande demanda de alimento naquele ninho.

Semelhante ao que ocorreu com outras espécies, o macho de *X. frontalis* permaneceu nos ninhos após a emergência e ao terminar o estágio teneral. Este período também está relacionado à maturação sexual e os mesmos puderam ser observados realizando atividades semelhantes às das fêmeas guardas. Quando capazes de voar e se alimentar, realizam os vôos de reconhecimento e ocupam ninhos abandonados (Pereira 2002).

A guarda da entrada do ninho é vantajosa, uma vez que seria o primeiro indivíduo a encontrar a fêmea que está retornando do forrageamento, e geralmente é feita por uma mesma fêmea, a qual raramente é substituída por outro habitante do ninho (Gerling *et al.* 1981).

Michener (1972) mencionou que os jovens de *Xylocopa* spp. também transportariam néctar e pólen, que são depositados nas paredes do ninho e comidos mais tarde pelos mesmos ou por outros indivíduos.

Hogendoorn & Leys (1993), acompanhando as saídas de forrageamento das fêmeas guardas de *Xylocopa pubescens*, concluíram que a maioria não trouxe pólen ao ninho, e se isso ocorreu, foram atacadas pela fêmea dominante assim que chegaram na parte central do ninho, sendo que algumas delas se limpavam e descartaram o pólen na galeria ou para fora dos ninhos e então a fêmea dominante o transportou para a célula em construção.

Estudando o comportamento de guarda de *X. pubescens*, esses autores observaram que com seis dias ou mais, as fêmeas jovens foram vistas na entrada dos ninhos (provavelmente competindo com outras pelo alimento trazido pela mãe), comportamento interpretado como “guarda”. Aos 16 dias, ou as fêmeas jovens saíram do ninho para fundar um ninho novo ou tentam tirar a dominância reprodutiva no ninho maternal, destruindo toda ou parte da cria e despejando outros adultos e tenerais presentes no ninho. A reprodutora anterior poderia partir ou tornar-se uma guarda, dependendo da disponibilidade dos substratos para nidificação, grau de parentesco com a fêmea atual, presença da cria ou jovens que ainda continuam no ninho ou de sua idade (estado dos dentes e mandíbulas). Assim existem dois tipos de fêmeas guardas: as pré-reprodutoras jovens e as mais velhas, reprodutoras dominantes.

Além do mais, a tomada de decisão de uma fêmea afastada da dominância reprodutiva de um ninho por outra fêmea, de continuar no mesmo ninho como guarda levaria em conta seu grau de parentesco com a nova reprodutiva dominante (aparentada ou intrusa).

Embora as fêmeas tenham habilidade de distinguir uma fêmea do mesmo ninho de uma intrusa, Hogendoorn & Leys (1993) descobriram que, as fêmeas dominantes intrusas de *Xylocopa pubescens* não discriminaram parente de não-parente e quando não destruíram todas as células de cria, aceitaram fêmeas jovens não-parentes que emergiram nos ninhos.

Deste modo, as atividades intraespecíficas que envolveram luta entre as abelhas podem ser explicadas pelo término do período de inatividade das fêmeas jovens, que se tornam capazes de reativar seus ninhos de origem.

A agressividade das fêmeas desta espécie foi relatada por Hurd (1958), quando as fêmeas que escaparam de um ninho destruído, retornaram voando agressivamente em direção aos observadores, Dr. C. D. Michener e Padre J. S. Moure, em Caiobá, PR. Hurd (1958) também mencionou a impressão de Bertoni e Schrottky (1909), os quais acharam a espécie extremamente irritável, de caráter agressivo, que defende bravamente seus ninhos.

Inimigos naturais

O comportamento de armazenar alimento em alta concentração protéica e energética torna as espécies de *Xylocopa* atrativas para os inimigos naturais.

As vespas *Leucospis* são conhecidas como parasitas, pois atacam as larvas. As formigas são incluídas entre os predadores e se alimentam dos imaturos presentes no ninho. Os meloídeos do gênero *Cissites* são considerados cleptoparasitas obrigatórios, pois sua associação com *Xylocopa* foi registrada para várias espécies (Gerling 1989).

Genaro (1996) estudou as espécies de meloídeos de Cuba e encontrou *Cissites maculata* em ninhos de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cubaeola* Lucas, 1857.

Hurd (1958) relatou que os triangulins dos meloídeos ficam presos aos pêlos do corpo de adultos de *Xylocopa* e desta forma entram nos ninhos, destroem o ovo e se desenvolvem na massa de alimento.

Já no Rio Grande do Norte, o parasitismo por meloídeos não foi observado, mas as formigas do gênero *Camponotus* também causaram danos nos ninhos de *X. frontalis* presentes nas caixas racionais de criação (Oliveira & Filho 2003).

O parasitismo por *Leucospis cayanensis* Westwood, 1838 em ninhos de *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius, 1804) foi monitorado por Gazola & Garofalo (2003) e ocorreu cerca de um mês após a construção dos ninhos, atingindo as células com pupas ou pré-pupas. E de maneira semelhante, os autores observaram as fêmeas ovipositando através das paredes do ninho. Além de *Centris* Fabricius, 1804, e *Xylocopa* estas vespas também parasitam ninhos de *Megachile* Latreille, 1802 e *Ctenoceratina* Daly & Moure, 1988 (Roubik 1989).

Em relação ao comportamento de defesa aos parasitas e predadores, Ramalho *et al.* (2004) observaram que *X. abbreviata* bloqueou a entrada do ninho de maneira efetiva com seu próprio corpo, permanecendo horas nesta posição.

Neste estudo, este comportamento não pôde ser associado à presença de um parasita. No mês de dezembro, as abelhas de todos os ninhos ocupados bloquearam a entrada dos seus ninhos devido à chegada de uma tempestade. Em maio e junho, os adultos estariam recém emergidos e este comportamento poderia estar relacionado com uma proteção às baixas temperaturas.

Xylocopa brasilianorum

Esta espécie fundou ninhos, tanto na propriedade do Sr. Mauro, quanto no IAPAR, de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007. A maioria dos ninhos se encontrava na parte inferior do substrato, o que indica que poderia se tratar de um padrão para esta espécie.

Varassin & Silva (1999) comentaram que esta espécie, além de coletar o néctar de *P. alata*, coleta também o pólen através da vibração da musculatura das asas. Neste sentido, a turgidez do néctar observada durante sua desidratação poderia estar relacionada com a presença de pólen.

Ninhos de observação

Entre os principais fatores limitantes para o sucesso de um novo ninho estão a disponibilidade dos substratos para nidificação, de alimento, a idade das fêmeas (o estado dos dentes e mandíbulas), a ação de parasitas e predadores e o clima (Watmough 1983; Hogendoorn & Leys 1993).

Deste modo, as hipóteses para a não aceitação dos ninhos de observação, ao contrário do que ocorreu no Rio Grande do Norte, poderiam ter sido a abundância de outros substratos nesta região, a ocupação de ninhos inativos e a preferência pelos colmos de bambu.

A tentativa de estabelecer os ninhos de observação não foi bem sucedida. Além da predação das larvas por formigas, que provavelmente ocorreu pela ineficiência do tampão substituído por um pedaço de madeira, várias causas podem ter sido relacionadas à mortalidade do imaturo que se desenvolvia em um dos ninhos de observação.

Oliveira & Filho (2003) já haviam relacionado a mortalidade de imaturos de *X. frontalis* nas caixas racionais com os danos causados no tampão durante a manipulação dos quadros.

Além disso, Gerling *et al.* (1989) consideraram que as paredes internas dos ninhos de *Xylocopa*, revestidas com secreções glandulares, protegem as células contra a penetração de umidade excessiva ou o ressecamento. Assim, uma das causas da morte da fêmea no ninho

de observação poderia estar relacionada com a falta dessas secreções ou, numa outra hipótese, a falta de umidade que a fêmea incluiu no material para a confecção do tampão.

Embora algumas fêmeas órfãs tenham sido observadas saindo lenta e desastrosamente dos ninhos nos troncos em busca de alimento, também seria possível que a falta da fêmea mãe esteja relacionada à morte da fêmea teneral, pois em condições normais de desenvolvimento a estaria alimentando.

Ninhos em bambus

Ainda que os substratos mais comuns sejam os troncos mortos, existe certa especialização quanto ao substrato de nidificação como *Xylocopa (Nanoxycopa) ciliata* Burmeister, 1876, que nidifica em inflorescências de *Eryngium* (Apiaceae), *Xylocopa (Monoxycopa) abbreviata* Hurd & Moure, 1963 em inflorescências de *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae), além das espécies do subgênero *Gnathoxycopa*, em escapos florais de *Aloe* (Hurd & Moure 1978; Schlindwein *et al.* 2003).

As espécies pertencentes aos subgêneros *Biluna*, *Stenoxycopa* e *Xylocospila* regularmente nidificam em colmos de bambus mortos (Hurd & Moure 1978; Schlindwein *et al.* 2003).

Maeta *et al.* (1985) analisaram uma agregação de cinco ninhos de *Xylocopa (Biluna) tranquebarorum* (Swederus, 1787) no mesmo colmo de bambu. Nesta espécie oriental, a cavidade não foi elaborada para a construção dos ninhos, com exceção dos tampões e de uma reentrância formada nas paredes internas, pela remoção de fragmentos utilizados na construção dos mesmos. Assim como foi observado com *X. frontalis* em Morretes, estas reentrâncias foram localizadas em pontos específicos, próximas à entrada dos ninhos, sendo que em alguns ninhos duas reentrâncias foram formadas. Esses autores também apontaram que no caso de uma sucessão dos ninhos, as mesmas reentrâncias foram reutilizadas e, conseqüentemente, aumentadas.

Em relação aos ninhos-armadilha, o uso de colmos de bambu foi testado com sucesso por Pereira (2002), em Ribeirão Preto, SP, em que foram ocupados por *X. frontalis* e *X. griseocens*. Os diâmetros e espessuras disponíveis estavam entre 1,20 a 2,60 cm e 0,20 a 0,60 cm e os bambus ocupados por *X. frontalis* foram aqueles com comprimento entre 16,1

a 30,6 cm, diâmetro e espessura entre 1,60 e 2,20 cm e entre 0,30 a 0,50 cm. Do mesmo modo, também foi observado um desgaste das paredes internas nos locais das células.

Camillo (2003) obteve uma aceitação de 25,9 % por fêmeas de *X. frontalis* nos colmos de bambu em nove meses de estudo. O comprimento dos ninhos-armadilha utilizados variou de 15,6 a 27,4 cm, com maiores frequências entre 17,1 e 25,0 cm, diâmetros internos entre 1,6 a 2,2 cm, com maiores frequências entre 1,81 e 2,0 cm e espessuras 0,26 e 0,47 cm, com maiores frequências entre 0,31 e 0,40 cm. O número de células por colmo de bambu variou de um a seis, com as maiores frequências entre duas e quatro células.

Em Uberlândia, MG os ninhos de bambu foram utilizados por *X. frontalis*, *X. suspecta* e *X. grisescens*.

Utilizando ninhos-armadilha de bambu na Bahia, *X. frontalis* nidificou naqueles com diâmetros maiores que 1,80 cm e também foi observado que suas paredes internas foram escavadas (Aguiar *et al.* 2005).

Neste estudo, o número de células e a preferência por diâmetros entre 1,29 a 2,30 cm e espessuras entre 0,77 a 1,0 cm diferiu um pouco do trabalho de Aguiar *et al.* (2005), Pereira (2002) e Camillo (2003), principalmente em relação às espessuras.

Além do mais, como estes ninhos são simples, de fácil transporte e baixo custo, tornam-se ideais para a atração de fêmeas e manipulação dos mesmos. Embora Pereira (2002) e Camillo (2003) indicarem que este tipo de substrato não permitiria a sua reutilização como ocorre nos troncos de madeira, Maeta *et al.* (1985), através do volume das reentrâncias formadas para a retirada de material para a confecção dos tampões, estimaram que um mesmo internó foi utilizado por até quatro sucessivas gerações de *X. tranquebarorum*.

De qualquer maneira, estes ninhos teriam que ser acompanhados em estudos posteriores para a verificação do reuso dos mesmos pelas próximas gerações e do período estimado para sua substituição, no caso de um manejo dessas abelhas. Contudo, todos os bambus utilizados pelas abelhas foram abertos no sentido longitudinal para observação interna, mas infelizmente ficaram frestas no local do nó e a partir desta interferência os ninhos foram abandonados pelos adultos que lá estavam.

Oferta de substratos com diferentes graus de apodrecimento

Diferentemente dos colmos de bambu, a nidificação em um substrato de madeira confere certa perenidade aos ninhos de *Xylocopa*, representando um grande investimento no sentido que pode ser reutilizado por muitos anos. Por isso, a disponibilidade de pedaços de madeira morta é uma das melhores maneiras de aumentar as populações de espécies de *Xylocopa* (Camillo 2003).

As características necessárias para sua utilização estão mais relacionadas (além da sua maciez e a ausência de fibras fortes) à sua disponibilidade do que à existência de certa especificidade em relação a alguma espécie botânica. Mas a natureza dos substratos selecionados ainda é desconhecida para a maioria das espécies de *Xylocopa* (Anzenberger 1977).

Este experimento foi feito com uma espécie de *Ficus*, por haver uma certa preferência pela nidificação nessas madeiras na região de Morretes (Melo *et al.* 2005).

Em um outro estudo sobre distribuição espacial e preferência de substratos para nidificação realizado em Uberlândia, MG, também verificou que as espécies de *Ficus* foram as que mais atraíram ninhos de *Xylocopa* (Chaves-Alves & Augusto 2005).

Camillo & Garófalo (1982) e Camillo (2003) indicaram que, somente após iniciar a escavação, a fêmea reconhece se o substrato é adequado ou não para a nidificação. Este estudo verificou que somente os pedaços de madeira que estavam no solo, visivelmente mais escuros, foram escavados e não houve nenhum início de escavação naqueles armazenados no galpão. Portanto, provavelmente exista uma seleção prévia visual e/ou olfativa aos substratos mais apodrecidos.

A reutilização do ninho de uma espécie por outra foi relatada por Hurd & Moure (1960): *X. artifex* reutilizou ninhos de bambu de *Xylocopa (Stenoxycopa) nogueirai* Hurd & Moure, 1960 e na Serra da Calçada, MG, *X. artifex* também ocupou ninhos de *Xylocopa (Diaxylocopa) truxali* Hurd & Moure, 1963 (Silveira 2002).

Além da substituição dos ninhos de *X. brasiliatorum* por *X. frontalis*, um dos ninhos continha duas fêmeas de *X. frontalis* quando o mesmo ainda era recente. Assim, há um indício de que o mesmo poderia ter sido fundado por duas fêmeas, o que poderia se tratar de um exemplo extremo de competição reprodutiva.

Estudando os tipos de reativação de ninhos, Hogendoorn & Leys (1993) mostraram que duas fêmeas poderiam escavar e aprovisionar o ninho durante um certo período até que uma delas ou as duas o abandonassem. E quando duas fêmeas de *Xylocopa sulcatipes* reativaram ou permaneceram nos seus ninhos de origem, foi comum a ocorrência de canibalismo do ovo ou oofagia (Stark 1990).

Referências:

Aguiar, C. M. L.; Garófalo, C. A. & G. F. Almeida. 2005. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 22 (4): 1030-1038.

Anuário Interativo do Observatório Nacional. Disponível em:

<http://euler.on.br/ephemeris/index.php>. Acesso em: 20 de outubro de 2007.

Anzenberger, G. 1986. How do carpenter bees recognize the entrance of their nests? **Ethology** 71: 54-62.

Baird, J. M. 1986. A field study of thermoregulation in the carpenter bee *Xylocopa virginica virginica* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Physiological Zoology** 59 (2): 157-168.

Camillo, E. & C. A. Garófalo. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: I - Nest construction and biological cycle. **Revista Brasileira de Biologia** 42 (3): 571-582.

Camillo, E. & C. A. Garófalo. 1989. Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) in southeastern Brasil. **Insectes Sociaux** 36 (2): 92-105.

Carvalho, D. A. & P. E. Oliveira. 2003. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** 26 (3): 319-328.

Chaves-Alves & Augusto 2005. **Distribuição espacial de ninhos e recursos ecológicos utilizados por *Xylocopa* spp. (Hymenoptera, Apidae) em área urbana**. Uberlândia, MG, Brasil. Monografia. Universidade Federal de Uberlândia.

Freitas, B. M. & J. H. Oliveira Filho. 2001. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste. 96 pp.

- Freitas, B. M. & J. H. de Oliveira-Filho, 2003. Rational nesting box to carpenter bees (*Xylocopa frontalis*) in the pollination of passionfruit (*Passiflora edulis*). **Ciencia Rural** **33** (6): 1135-1139.
- Garófalo, C. A.; E. Camillo & G. Muccillo. 1986. On The bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moore) in Southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Biologia** **46** (2): 383-393.
- Gazola, A. L. & C. A. Garófalo. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayenensis* Westwood (Hymenoptera: Leucospidae) em *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of the Kansas Entomological Society** **76** (2): 131-142.
- Genaro, J. A. 1996. Resumen del conocimiento sobre los meloidos de Cuba (Insecta: Coleoptera). **Caribbean Journal of Science** **32** (4): 382-386.
- Gerling, D., P. D. Hurd, Jr. & A. Hefetz, 1981. In-nest behaviour of the carpenter bee, *Xylocopa pubescens* Spinola (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **54** (2): 209-218.
- Gerling, D.; H. H. W. Velthuis & A. Hefetz. 1989. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology** **34**: 163-190.
- Gimenes, M; N. A. Figueiredo & A.H. P. dos Santos. 2006. Atividades relacionadas à construção e aprovisionamento de ninhos de *Xylocopa subcyanea* (Hymenoptera, Apidae) em uma área de restinga na Bahia, Brasil. **Iheringia** **96** (3): 299-304.
- Hefetz, A. 1992. Individual scent marking of the nest entrance as a mechanism for nest recognition in *Xylocopa pubescens* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Insect Behavior** **5** (6): 763-772.

- Hogendoorn, K. & R. Leys. 1993. The superseded female's dilemma: ultimate and proximate factors that influence guarding behaviour of carpenter bee *Xylocopa pubescens*. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **33** (6): 371-381.
- Hurd, P. D. 1958. Observations on the nesting habits of some New World carpenter bees with remarks on their importance on the problem of species formation (Hymenoptera: Apoidea). **Annals of the Entomological Society of America** **51** (4): 365-375.
- Hurd, P. D. 1978. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latr.) of the Western Hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Washington, Smithsonian Institute. 106 pp.
- Hurd, P. D. & J. S. Moure. 1963. A classification of the large carpenter bees (Xylocopini). **University of California Publication Entomology** **29**: 1-365.
- Janzen, D. J. 1964. Notes on the behavior of four subspecies of the carpenter bee, *Xylocopa (Notoxylocopa) tabaniformis*, in Mexico. **Annals of the Entomological Society of America** **57**: 296-301.
- Janzen, D. J. 1966. Notes on the behavior of the carpenter bee *Xylocopa fimbriata* in Mexico (Hymenoptera: Apoidea). **Journal of the Kansas Entomological Society** **39** (4): 633-641.
- Maeta, Y. S. F. Sakagami & M. Shiokawa. Observations on a nest aggregation of the Taiwanese bamboo carpenter bee *Xylocopa (Biluna) tranquebarorum tranquebarorum* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **58** (1): 36-41.
- Marques, M. C. M; J. J. Roper & A. P. B. Salvalaggio. 2004 Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** **173**: 203–213.
- Melo, G. A. R; I. G. Varassin; A. O. S. Vieira; J. R. Meneses; P. Löwenberg-Neto; D. F. Bressan; P. M. Elbl; P. C. Oliveira; M. M. F. Zanon; H. G. Androcioli; B. M. S. Ximenes; D. S. M. Alves; N. S. Cervigne; J. Prado & A. K. Ide. 2005. **Polinizadores**

- de maracujás do Paraná.** Subprojeto 02.02.89. Relatório Técnico. Probio Edital 02/2003. Uso sustentável e restauração da diversidade de polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas associados. MMA/CNPq/GEF/BIRD. Curitiba, PR. 123 pp.
- Michener, C. D. 1972. Direct food transferring behaviour in bees. **Journal of the Kansas Entomological Society** **45**: 373-376.
- Moreira, P. A; P. Elbl; G. A. R. Melo & I. G. Varassin. 2005. **Quantas mamangavas são necessárias para polinizar as flores do maracujá em Morretes, PR?** VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, Pôster.
- Oliveira Filho, J. H. & B. M. Freitas. 2003. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. **Ciência Rural** **33** (4): 693-697.
- Pereira, M. 2002. **Biologia de nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha.** Tese de Doutorado em Ciências (Entomologia), FFCL-USP, Ribeirão Preto. 125 pp.
- Ramalho, M; M. A. Batista & M. Silva 2004. *Xylocopa* (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): uma associação estreita no semi-árido do Brasil tropical. **Neotropical Entomology** **33** (4): 417-425.
- Roubik, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees.** Cambridge University Press. 514 pp.
- Sage, R. D. 1968. Observations on feeding, nesting and territorial behaviour of carpenter bees genus *Xylocopa* in Costa Rica. **Annals of the Entomological Society of America** **61** (4): 864-869.

- Sakagami, S. F. & S. Laroca. 1971. Observations on the bionomics of some neotropical Xylocopini bees, with comparative biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University** **18**: 57-127.
- Sihag, R. C. 1993. Behaviour and ecology of the subtropical carpenter bee, *Xylocopa fenestrata* F. **Journal of Apicultural Research** **32** (2): 64-101.
- Silva, C. F. 1989. Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta tropical ombrófila da encosta Atlântica no município de Morretes, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal** 18/19: 31-39.
- Silva, J. B. 2006. **Biologia das interações entre os visitantes florais (Hymenoptera, Apidae) e *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae)**. Dissertação de Mestrado em Ciências (Entomologia). UFPR, Curitiba. 53 pp.
- Silveira, F. A. 2002. The bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa (Stenoxylocopa) artifex* Smith (Hymenoptera: Apidae), also nests in fibrous branches of *Vellozia* (Velloziaceae) **Lundiana** **3** (1): 57-60.
- Stark, R. E. 1990. Reproductive competition involving oophagy in the socially nesting bee *Xylocopa sulcatipes*. **Naturwissenschaften** **77**: 38-40.
- Steen, Z. & Schwarz, M.P. (2000). Nesting and life cycle of the Australian green carpenter bees *Xylocopa (Lestis) aeratus* Smith and *Xylocopa (Lestis) bombylans* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae). **Australian Journal of Entomology** **39** (4): 291-300.
- Varassin I. G. & A. G. Silva. 1999. A melitofilia em *P. alata* Dryander (Passifloraceae) em vegetação de restinga. **Rodriguésia** **50**: 5-17.

Viana, B. F; A. M. P. Kleinert & F. O. Silva. 2002. Ecologia de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Iheringia** **92** (4): 47-57.

Watmough, R. H. 1983. Mortality, sex ratio and fecundity in natural populations of large carpenter bees (*Xylocopa* spp.). **Journal of Animal Ecology** **52**: 111-125.

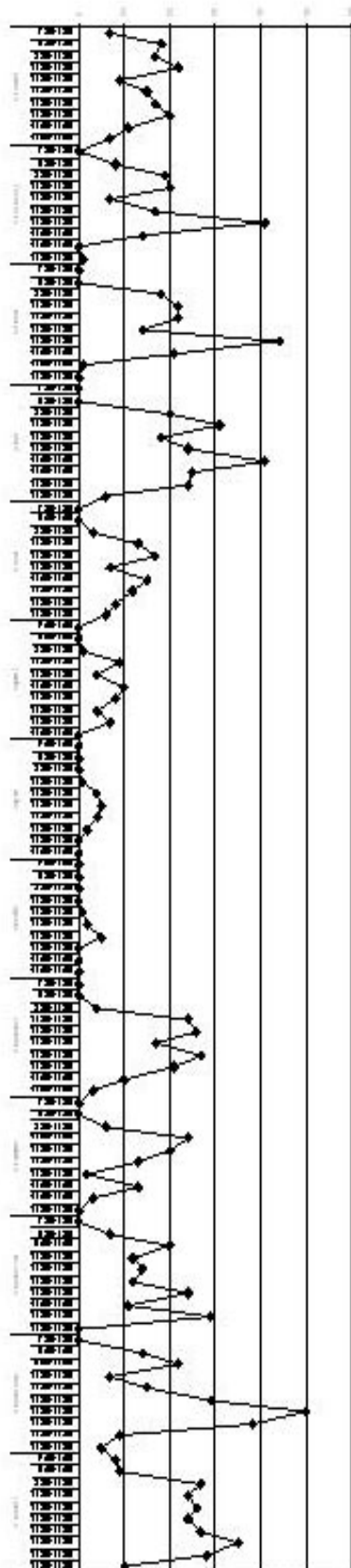


Figura 24 – Atividade externa de *X. freyrezae*, em intervalo de horas, de 11 de janeiro de 2006 a 17 de janeiro de 2007.

Capítulo 3

Aspectos químicos do reconhecimento dos ninhos por
fêmeas de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier)
(Hymenoptera, Apidae)

Aspectos químicos do reconhecimento dos ninhos por fêmeas de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae)

Resumo. Acompanhando o comportamento de nidificação em uma agregação de ninhos de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier, 1789) em Morretes, PR, observou-se o hábito de machos e fêmeas esfregarem o ápice do metassoma ao redor dos seus ninhos na ocasião dos primeiros vôos ou quando ocupavam um novo ninho. Essas abelhas estariam utilizando odores individuais para marcar a localização dos seus ninhos. Para conhecer os componentes envolvidos neste reconhecimento, tentou-se identificar os compostos orgânicos voláteis através da técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, associada ao cálculo dos índices de retenção. Foram aerados ninhos e abelhas separadamente. Os compostos encontrados nas aerações foram: álcool de artemísia, isovalerato de isopentila, estemona, trans-hidropineno, isopulegol, tetra-hidro-lavandulol e espatulenol. Entretanto, houve pouca variação em relação aos perfis químicos nas aerações sugerindo que os sinais olfativos poderiam ser provenientes de moléculas não voláteis.

Palavras-chave. Abelhas, mamangavas, odores, voláteis, Xylocopini.

Introdução.

Os adultos de muitas espécies de *Xylocopa* são longevos e exibem um comportamento parassocial, com duas ou mais fêmeas compartilhando o mesmo ninho, onde é marcante o cuidado parental. Desta maneira, essas abelhas precisam localizar e reencontrar seus ninhos durante muito tempo (Gerling et al. 1986; Silveira et al. 2002).

Os vôos de aprendizagem em abelhas e vespas permitem a esses insetos registrarem uma paisagem em várias posições. Entretanto, os cenários naturais são imprevisíveis e os sítios de nidificação podem sofrer modificações durante a ausência da abelha no ninho (Zeil et al. 1996).

As espécies de *Xylocopa* voam grandes distâncias, e adquirem informações visuais através dos vôos de aprendizagem ou reconhecimento, mas pouco se sabe sobre a localização dos seus ninhos a curta distância, uma vez que podem ser muito próximos uns dos outros e, dependendo do tipo de substrato (madeira seca ou galhos), estariam sujeitos a se quebrarem e mudarem de posição.

Anzenberger (1986) testou a orientação das fêmeas de *Xylocopa imitator* Smith, 1854 e *Xylocopa flavorufa* (DeGeer, 1778) (espécies africanas) na entrada dos seus ninhos e tentou relacionar o reconhecimento dos ninhos à textura da superfície da entrada, ao sentido visual ou à ressonância acústica da entrada com relação ao vôo. O mesmo concluiu que as

abelhas reconheceram seus ninhos através do olfato, não somente pelo odor da madeira ou do alimento (que são semelhantes numa agregação), e sim a um odor individual.

Hefetz (1992) conduziu experimentos semelhantes em uma agregação mista de *Xylocopa pubescens* Spinola, 1838 e *Xylocopa sulcatipes* Maa, 1970 em ninhos-armadilha em Israel, e numa tentativa de descobrir quais os sentidos que estariam envolvidos na localização dos ninhos, sugeriu que as secreções da glândula de Dufour e/ou o material fecal, freqüentemente encontrado na entrada dos ninhos, poderiam contribuir ao reconhecimento dos mesmos.

A análise das secreções da glândula de Dufour de *X. sulcatipes* realmente varia entre os indivíduos. Foram observadas diferenças morfológicas e na composição química da secreção da glândula de Dufour entre espécies, na mesma espécie, entre castas nos himenópteros sociais e entre indivíduos da mesma casta que desempenham diferentes funções ou pertencem a ninhos diferentes (Abdalla & Cruz-Landim 2001).

Gerling (1989) sugeriu que tais secreções poderiam se tratar de feromônios para o reconhecimento individual do ninho. Além disso, Anzenberger (1986) supôs que estas marcas olfativas individuais também poderiam servir como repelentes contra predadores.

Neste estudo, ao retirar um tronco com um ninho de seu lugar, uma fêmea de *Xylocopa frontalis* que retornava ao ninho sobrevoou o local por várias horas até o anoitecer, sem encontrá-lo. Dias depois a mesma foi vista no seu ninho, que estava a aproximadamente em um metro e meio de altura, um metro afastado e invertido em relação á posição original.

Também foi observado que as abelhas mais jovens (machos e fêmeas) se confundem, ou seja, erram a entrada de seus ninhos, caem no chão ao saírem e até mesmo batem em obstáculos na ocasião dos primeiros vôos ou quando se instalam em um novo ninho, o que indica a existência de um aprendizado para a localização e reconhecimento dos ninhos.

Em outra observação, uma pupa foi experimentalmente colocada em um dos quadros dos ninhos de observação e somente este quadro, entre outros 40 disponíveis, foi visitado por uma fêmea que estava à procura de um novo ninho.

Além disso, algumas abelhas, incluindo os machos, foram vistas esfregando o ápice do metassoma ao redor dos ninhos: em fevereiro de 2006, por volta de 12:00 horas, uma fêmea jovem de um ninho bastante ativo retornou, pousou logo embaixo da entrada e movimentou o metassoma para cima e para baixo, depois caminhou e entrou no ninho. Em março de

2006, um macho jovem que ocupou um ninho abandonado também apresentou este comportamento: saiu do ninho por volta de 10:45 horas, caminhou no tronco em direção superior à entrada, parou e tocou várias vezes o substrato com o ápice do metassoma, em seguida voou ao redor do tronco e entrou no ninho. Três horas depois, ao sair, novamente caminhou para baixo da entrada e repetiu o mesmo comportamento.

Este comportamento foi observado outras vezes, de maneira semelhante, indicando que essas abelhas utilizariam secreções para marcar a localização do ninho.

Pereira (2002) observou que fêmeas de *X. frontalis* e *Xylocopa grisescens* Lepeletier, 1841, ao inspecionarem um colmo de bambu para iniciarem um novo ninho, também raspavam o ápice do metassoma nas suas paredes internas, cujas secreções eram visíveis.

Como os sinais químicos têm papel relevante na transmissão das informações biologicamente importantes, a comunicação química entre indivíduos se faz com auxílio de substâncias biossintetizadas pelo organismo e excretadas para o ambiente (Paiva & Pedrosa-Macedo 1985).

Na tentativa de conhecer a natureza química dos componentes envolvidos no reconhecimento dos ninhos de *X. frontalis*, foi realizada a aeração dos ninhos e abelhas e a identificação dos principais componentes presentes nesses extratos através da técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas CG/EM.

Materiais e métodos

A agregação dos ninhos de *X. frontalis* estava sob um local coberto, no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (25°30'33''S; 48°48'30''W; 64 m) no município de Morretes, Paraná.

Para o estudo dos compostos voláteis que podem estar envolvidos no reconhecimento dos ninhos, foi empregada a técnica de aeração dinâmica. Foram colocados separadamente em câmeras de aeração: (a) ninho de bambu que fora abandonado, sem células ou abelhas, mas com suas paredes laterais raspadas pela abelha (substrato), (b) ninho de bambu número 9 (com células e abelhas), (c) o ninho de bambu número 12 (com células e abelhas), (d) fêmea dominante e fêmea jovem do ninho de bambu número 9, (e) fêmea e macho de um ninho de guapuruvu.

Os componentes voláteis da câmara de aeração a vácuo foram retidos em resinas.

Em cada aeração foram utilizados 150 mg de cada resina (Super Q e Tenax), com um fluxo de ar de 500 mL/min durante 4 horas. Os voláteis foram dessorvidos das resinas, utilizando 1ml de hexano e de éter etílico. Os extratos foram mantidos em freezer até análise por CG/EM. Estas extrações foram realizadas em triplicata.

As análises por CG/EM foram realizadas utilizando uma coluna VA-5 (5% fenilmetilpolisiloxano) (30 x 0,25 x 0,25 µm), nas seguintes condições: rampa de aquecimento: 60°C, 3°C/min até 240°C, temperatura de injeção 250°C, gás hélio como gás de arraste, num fluxo de 1 ml/min. Os constituintes foram identificados pelos índices de retenção calculados através da co-injeção de uma mistura de *n*-alcanos (Van den Dol & Kratz 1964) e pela comparação dos seus espectros de massas com a literatura (Adams 2001) e com as bibliotecas Wiley 138 e Nist 98.

Resultados:

Nos resultados preliminares obtidos das aerações dos ninhos e abelhas houve pouca variação em relação aos seus perfis químicos. Com exceção do isopulegol e do tetra-hidro-lavandulol, encontrados na fêmea e no macho provenientes do ninho de guapuruvu (Fig. 3), e o álcool de Artemísia ausente apenas no ninho 12 (Fig. 1), os outros compostos se repetiram em todas as aerações dos ninhos de bambu e das abelhas que neles estavam. Quando se compararam apenas os machos e fêmeas do ninho de guapuruvu, detectou-se um composto presente apenas nos macho, determinado como o espatulenol (Fig. 3). A Tabela I mostra os compostos referentes às aerações nos ninhos e abelhas identificados nos cromatogramas CG/MS e a Tabela II mostra comparações desses compostos.

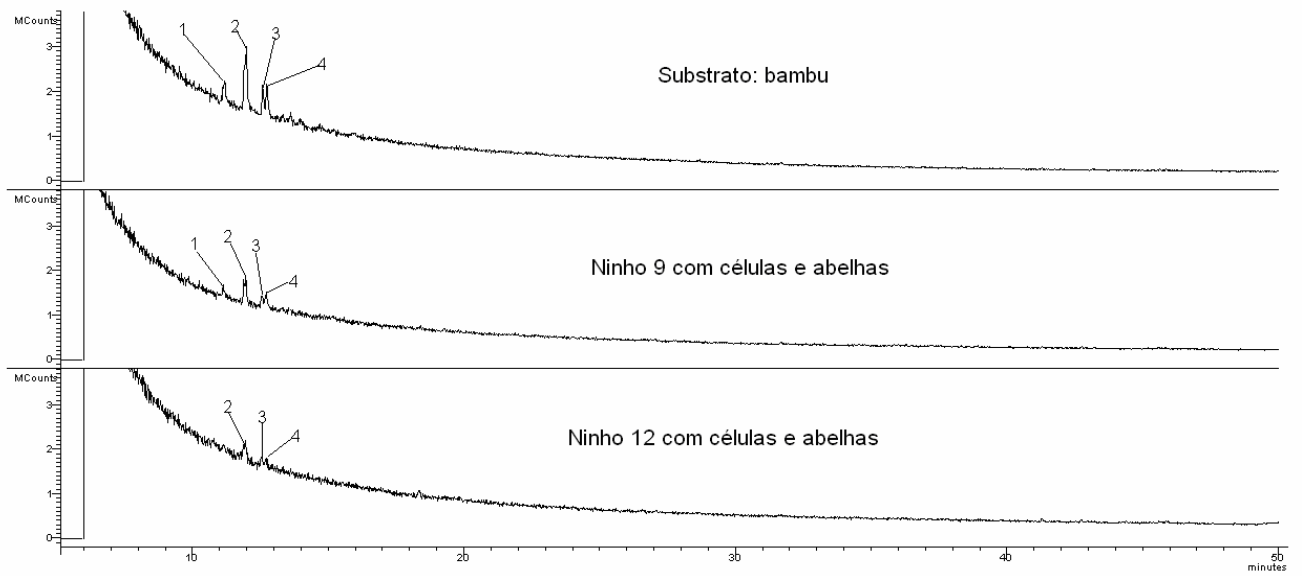


Figura 1. Avaliação preliminar dos voláteis do substrato, ninho 9 com células e fêmeas de *Xylocopa frontalis* e ninho 12 com células e fêmeas de *Xylocopa frontalis* em um CG/EM.

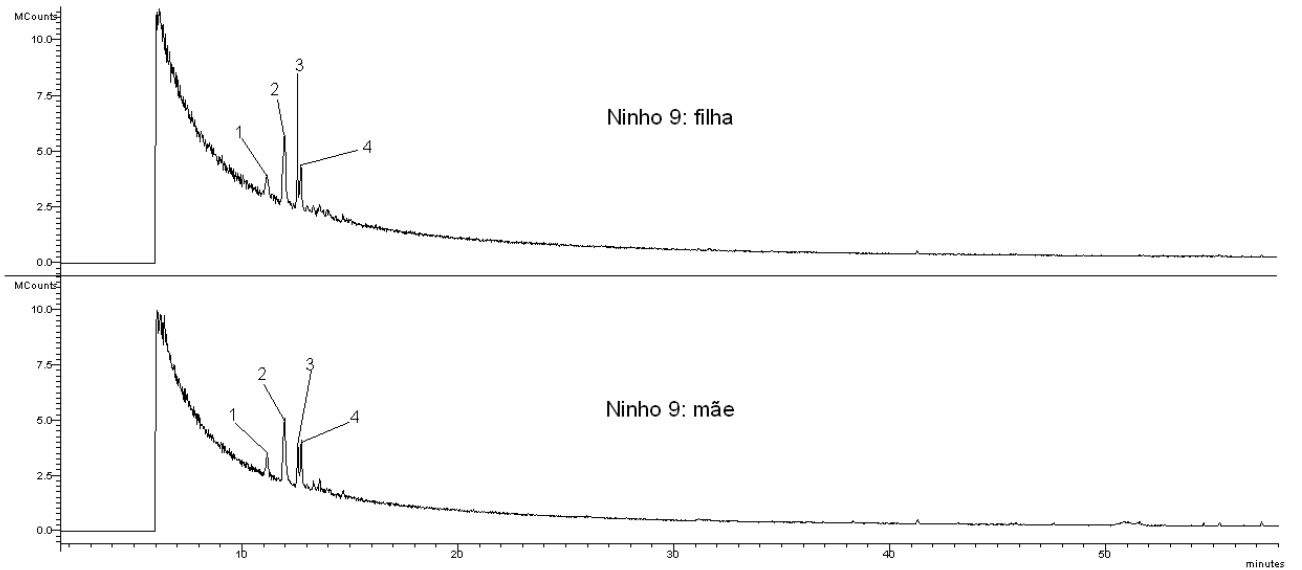


Figura 2. Avaliação preliminar dos voláteis de uma fêmea de *Xylocopa frontalis* jovem e de uma fêmea de *Xylocopa frontalis* ativa do ninho 9 em um CG/EM.

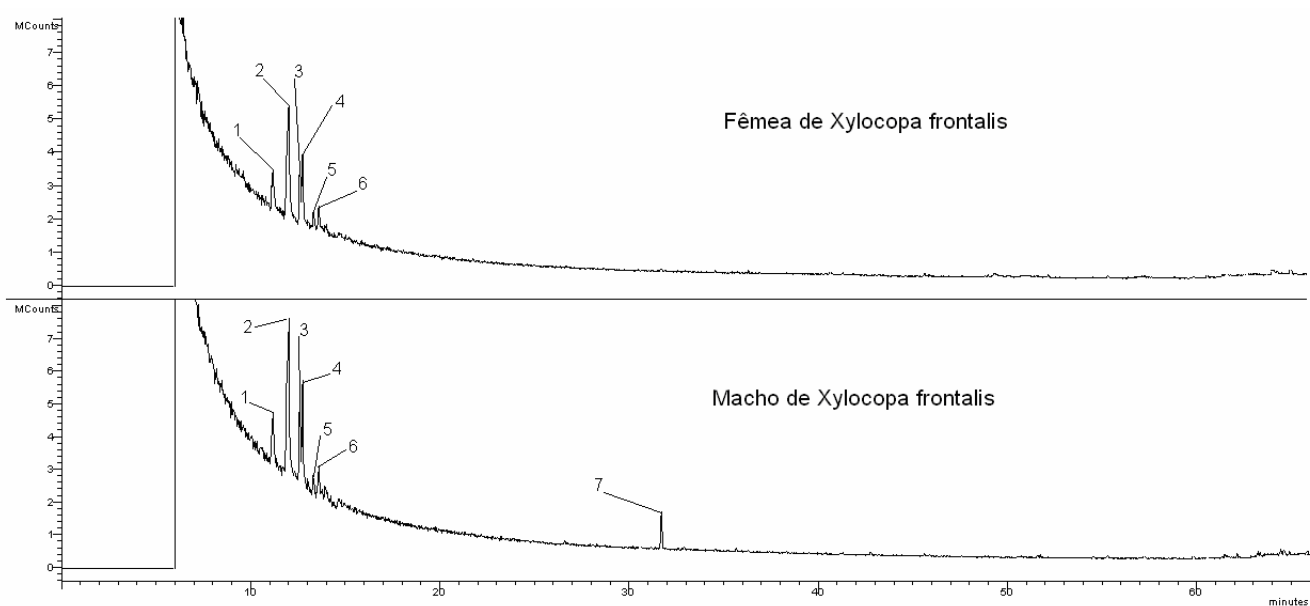
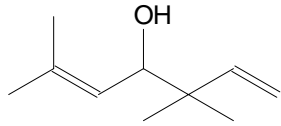
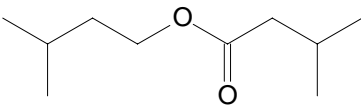
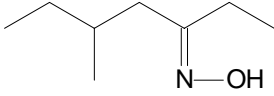


Figura 3. Avaliação preliminar dos voláteis da fêmea e do macho de *Xylocopa frontalis* do ninho de guapuruvu em um CG/EM.

Tabela 1. Resultados da análise cromatográfica e espectrometria de massas das aerações dos ninhos e das fêmeas e macho de *Xylocopa frontalis* em Morretes, Paraná:

Fórmula estrutural			
Nomenclatura	(1) Álcool de artemisia	(2) Isovalerato de isopentila	(3) Estemona
Índice de retenção calculado	1090	1111	1125
Índice de retenção da literatura	1083	1103	1126

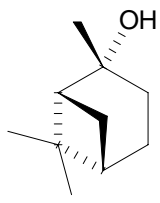
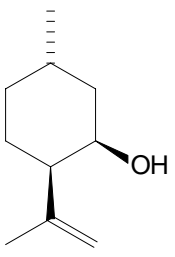
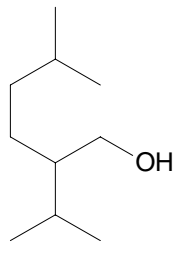
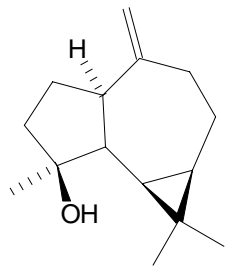
Fórmula estrutural			
Nomenclatura	(4) Trans-hidropineno	(5) Isopulegol	(6) Tetrahidro-lavandulol
Índice de retenção calculado	1129	1142	1150
Índice de retenção da literatura	1140	1146	1159
Fórmula estrutural			
Nomenclatura	(7) Espatulenol		
Índice de retenção calculado	1585		
Índice de retenção da literatura	1576		

Tabela II. Comparações dos compostos nos ninhos e abelhas:

	Compostos						
	Álcool de artemísia	Isovalerato de Isopentila	Estemona	Trans-hidropineno	Isopulegol	Tetrahidro-lavandulol	Espatuleno
bambu	X	X	X	X	-	-	-
ninho 9	X	X	X	X	-	-	-
ninho 12	-	X	X	X	-	-	-
filha (9)	X	X	X	X	-	-	-
mãe (9)	X	X	X	X	-	-	-
fêmea (tronco)	X	X	X	X	X	X	
macho (tronco)	X	X	X	X	X	X	X

Discussão

Alguns autores apontaram que as substâncias de reconhecimento seriam aplicadas durante a construção do ninho. Anzenberger (1986) assumiu que as mesmas seriam produzidas pelas glândulas mandibulares, Gerling *et al.* (1981) concluíram que as mesmas poderiam obter secreções das glândulas abdominais, que seriam depositadas nas paredes das células, tanto para impregná-las quanto para formar uma camada.

Por outro lado, Hefetz (1992) associou o fluido retal aos odores de reconhecimento.

Neste estudo não havia material fecal na entrada de todos os ninhos, e os mesmos eram reconhecidos pelas abelhas.

Em relação às secreções da glândula de Dufour, Frankie & Vinson (1977) testaram se as secreções dessa glândula em *Xylocopa virginica texana* Cresson estavam relacionadas à marcação das flores de *Passiflora incarnata* Linnaeus, mas houve certa controvérsia em relação aos resultados obtidos.

Embora a natureza química e as funções dos componentes glandulares não estejam bem esclarecidas para a maioria das espécies, as glândulas responsáveis pela produção desses compostos estariam associadas aos componentes de outras glândulas abdominais, e não à glândula de Dufour, pois a mesma é ausente nos machos.

Os estudos relacionados ao reconhecimento parental entre indivíduos coespecíficos também partem da existência de diferentes odores individuais no seu reconhecimento, e da mesma maneira, a existência de uma “discriminação aprendida” está envolvida nesta distinção (Barrows *et al.* 1975).

Mais recentemente, estes estudos estão se baseando nos sinais olfativos contidos na camada lipídica que cobre a cutícula destes insetos, uma mistura de dezenas de compostos, a maioria hidrocarbonetos, que são moléculas pesadas e, portanto não voláteis.

Assim, no caso do reconhecimento dos ninhos, a marcação individual poderia estar relacionada a essas moléculas que não poderiam ser isoladas através da técnica de extração por aeração, pois devido ao comportamento observado, muitas vezes as abelhas precisam pousar e tocar no substrato para o seu posterior reconhecimento. Embora não seja conclusivo, este estudo indica que a sinalização para o reconhecimento dos ninhos não seja volátil.

Referências:

Abdalla, F. C. & C. da Cruz-Landim. 2001. Dufour glands in the hymenopterans (Apidae, Formicidae, Vespidae): a review. **Revista Brasileira de Biologia** 61 (1): 91-106.

Adams, R. P. 2001. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy**. Carol Stream, Illinois, Allure Publishing Corporation.

Anzenberger, G. 1986. How do carpenter bees recognize the entrance of their nests? **Ethology** 71: 54-62.

Barrows, E. M., W. J. Bell & C. D. Michener. 1975. Individual odor differences and their social functions in insects. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 72: 2824-2828.

Frankie G. W. & S. B. Vinson. 1977. Scent marking of passion flowers in Texas by females of *Xylocopa virginica texana* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **50** (4): 612-625.

Gerling, D; P. D. Hurd, Jr. & A. Hefetz. 1981. In-nest behaviour of the carpenter bee, *Xylocopa pubescens* Spinola (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of the Kansas Entomological Society** **54** (2): 209-218.

Gerling, D; H. H. W. Velthuis & A. Hefetz. 1989. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology** **34**: 163-190.

Hefetz, A. 1992. Individual scent marking of the nest entrance as a mechanism for nest recognition in *Xylocopa pubescens* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Insect Behavior** **5** (6): 763-772.

Michener, C. D. 1972. Direct food transferring behaviour in bees. **Journal of the Kansas Entomological Society** **45**: 373-376.

Paiva, M. R. & J. H. Pedrosa-Macedo. 1985. **Feromonas de insetos**. Curitiba: GTZ. 84 pp.

Pereira, M. 2002. **Biologia de nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha**. Tese de Doutorado em Ciências (Entomologia), FFCL-USP, Ribeirão Preto. 125 pp.

Van den Dool, H. & P. D. J. Kratz. 1964. A generalization of Retention Index System including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography** **11**: 463-471.

Zeil, J., A. Kelber & R. Voss. 1996. Structure and function of learning flights in bees and wasps. **The Journal of Experimental Biology** **199**: 245-252.

Apresentação:

A Mata Atlântica, formação florestal distribuída ao longo da costa brasileira, formava originalmente uma faixa de mata contínua desde o estado do Rio Grande do Norte até o norte do Rio Grande do Sul. Atualmente os poucos remanescentes que restaram, e continuam sofrendo impactos, abrigam uma das maiores diversidades de espécies do Brasil e do mundo.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo conhecer a fauna de abelhas solitárias na região do Vale do Ribeira, região que abriga os maiores remanescentes florestais contínuos de Mata Atlântica.

A partir do segundo ano de estudo, houve a oportunidade de estudar a biologia de nidificação de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789) em Morretes, Paraná, seguindo a linha de estudos de uma série de editais de pesquisas nacionais na área de polinização de culturas agrícolas para a conservação e uso sustentável dos polinizadores.

O acompanhamento do comportamento de nidificação de *Xylocopa frontalis* permitiu a realização de um estudo mais detalhado sobre os odores individuais dessas abelhas utilizados para a localização dos seus ninhos.

Desta maneira, este trabalho foi organizado em capítulos separados, dada a diversidade dos assuntos envolvidos.