

BIOLOGIA DE NIDIFICAÇÃO DE *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (OLIVIER) (HYMENOPTERA, APIDAE, XYLOCOPINI) EM MORRETES, PARANÁ

Paola Marchi ^{1,*} & Gabriel A.R. Melo ²

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, São Paulo, SP, Brasil. CEP: 05508-900.

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia, Caixa postal: 19020, Curitiba, PR, Brasil. CEP: 81531-980.

E-mails: pmarchi2004@yahoo.com.br, garmelo@ufpr.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo acompanhar as atividades de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789) em uma agregação de ninhos localizada 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 (pedaços de troncos) 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 um período de 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. 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 uma melhor época para o nascimento da sua próxima geração em relação à precipitação, temperatura e fotoperíodo. Durante o período de floração de *P. edulis* houve sincronia entre as atividades diárias de *X. frontalis* com o horário de abertura das flores. Os principais inimigos naturais foram *Cissites maculata* Swederus (Coleoptera, Meloidae) e uma espécie de *Leucospis* Fabricius (Hymenoptera, Leucospidae).

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

ABSTRACT

NESTING BIOLOGY OF *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (OLIVIER) (HYMENOPTERA, APIDAE, XYLOCOPINI) IN MORRETES, PARANÁ. The present study investigated the nesting activities of *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789) in a nest aggregation in Morretes, Paraná, where this species is the main pollinator of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (yellow passionfruit), an important crop in the region. Annual nesting cycle, nest substrate selection and use of wood and bamboo trap nests were studied during 2006. In this region, *X. frontalis* has an univoltine cycle, with a peak of nesting founding from October to December. External flight activities started earlier in summer and were restricted to warmer hours of the day in winter. Number of flights per hour was significantly correlated with minimum air temperature, among main climatic variables. Number of new nests founded was more strongly correlated with average values of the regional historical climate variables prevailing two months after the nest foundations, suggesting selection pressure for emergence of new bees under favorable conditions of precipitation, temperature and photoperiod. During the main blooming period of *P. edulis*, a synchrony between the peak of daily flight activities and the beginning of anthesis was observed, a pattern confirming the tight interaction between these two species. The main natural enemies in the region were *Cissites maculata* Swederus (Coleoptera, Meloidae) and an unidentified species of *Leucospis* Fabricius (Hymenoptera, Leucospidae).

Key-words: External nest activities; carpenter bees; passion flower; nests; pollinators.

RESUMEN

BIOLOGÍA DE NIDIFICACIÓN DE *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* OLIVIER (HYMENOPTERA, APIDAE, XYLOCOPINI) EN MORRETES, PARANÁ. Este estudio tuvo como objetivo acompañar las actividades de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789) en una agregación de nidos localizada en el municipio de Morretes, Paraná, donde esta especie es el principal agente polinizador de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (“maracuyá ácido”), cultivo predominante de la región. Fueron observados el ciclo anual de las abejas, la selección de los substratos (pedazos de troncos) y la aceptación de colmenas-trampa hechas con cuadros de madera o de gajos de bambú durante el año de 2006. En esta región, la especie *X. frontalis* fue univoltina, con un período de mayor frecuencia de fundación de los nidos entre octubre y diciembre. Las actividades externas a los nidos se iniciaron más temprano en el verano y se restringieron a los horarios más calientes en el invierno. Cuando correlacionados mensualmente con el clima, los valores de temperatura mínima fueron los que más influenciaron el número de vuelos. El número de fundaciones de nidos fue fuertemente asociado a las medias climáticas históricas de la región de los dos meses adelante a las fundaciones, sugiriendo que la mejor época para el nacimiento de la próxima generación se relaciona con la precipitación, temperatura y fotoperíodo. Durante el período de floración de *P. edulis* hubo sincronía entre las actividades diarias de *X. frontalis* con el horario de apertura de las flores, caracterizando una interacción importante. Los principales enemigos naturales fueron *Cissites maculata* Swederus (Coleoptera, Meloidae) y una especie de *Leucospis* Fabricius (Hymenoptera, Leucospidae).

Palabras clave: Actividades externas; abejorros; maracuyá; nidos; polinizadores.

INTRODUÇÃO

As espécies de *Xylocopa (Neoxylocopa)* são amplamente distribuídas nas Américas e apresentam um forte dimorfismo sexual: o macho e a fêmea, negros. No Brasil ocorrem vinte espécies e as seguintes têm registro para o Paraná: *X. augusti* Lepeletier, *X. brasilianorum* (Linnaeus), *X. frontalis*, *X. haematospila* Moure, *X. hirsutissima* Maidl e *X. nigrocincta* Smith (Hurd 1978).

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). 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, no México (Janzen 1964).

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 as agregações são freqüentes. Tal comportamento pode estar ligado 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* foi estudado na região de Ribeirão Preto, SP, assim como *Xylocopa (Neoxylocopa) griseescens* Lepeletier e *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta* Moure & Camargo (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 (Silva & Viana 2002, Viana *et al.*

2002) e *Xylocopa (Schoenherria) subcyanea* Perez (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 e *Xylocopa flavorufa* (DeGeer) (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%. 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 72ha são destinados para o cultivo do maracujá azedo (IBGE 1997). As espécies do gênero *Xylocopa* são seus principais agentes polinizadores 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 azedo, 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 teve como objetivo 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 azedo.

O acompanhamento dos ninhos durante o ano de 2006 e o mês de janeiro de 2007 possibilitou a obtenção de detalhes sobre a atividade de nidificação e a variação anual das atividades de *X. frontalis*,

incluindo o período de fundação dos ninhos, o número de fundações/ano, o reuso dos ninhos, a influência dos fatores atmosféricos na sua atividade, o período de atividades de coleta de néctar e pólen para o provisionamento do ninho, a presença dos machos e de inimigos naturais.

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°30'S; 48°48'W; 64m de altitude). O experimento com madeiras sob tratamentos diferentes foi realizado na propriedade do Sr. Mauro Duarte Pinto (25°33'S; 48°47'W). Ambas as áreas apresentam grande diversidade de fontes de alimentos e locais para nidificação.

Os dados médios de temperatura mínima, máxima e precipitação do ano de 2006, fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), se referem à Estação Meteorológica de Antonina, PR (25°13'S; 48°48'W; 60m de altitude) (Figura 1). Os dados climáticos históricos (de 1966 a 2006) (Figura 2) e os valores de insolação mensal (Figuras 1 e 2) foram fornecidos pelo IAPAR, referentes à Estação Meteorológica de Morretes, PR (25°30'S; 48°49'W; 59m de altitude) (Figura 2). A umidade relativa média local foi medida no local dos ninhos com termo-higrômetro. Os dados de fotoperíodo foram obtidos no endereço eletrônico do Anuário Interativo do Observatório Nacional (2007).

ACOMPANHAMENTO DE NINHOS NOS TRONCOS

Em estudo anterior na mesma localidade (Melo *et al.* 2005) foram ofertados 10 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

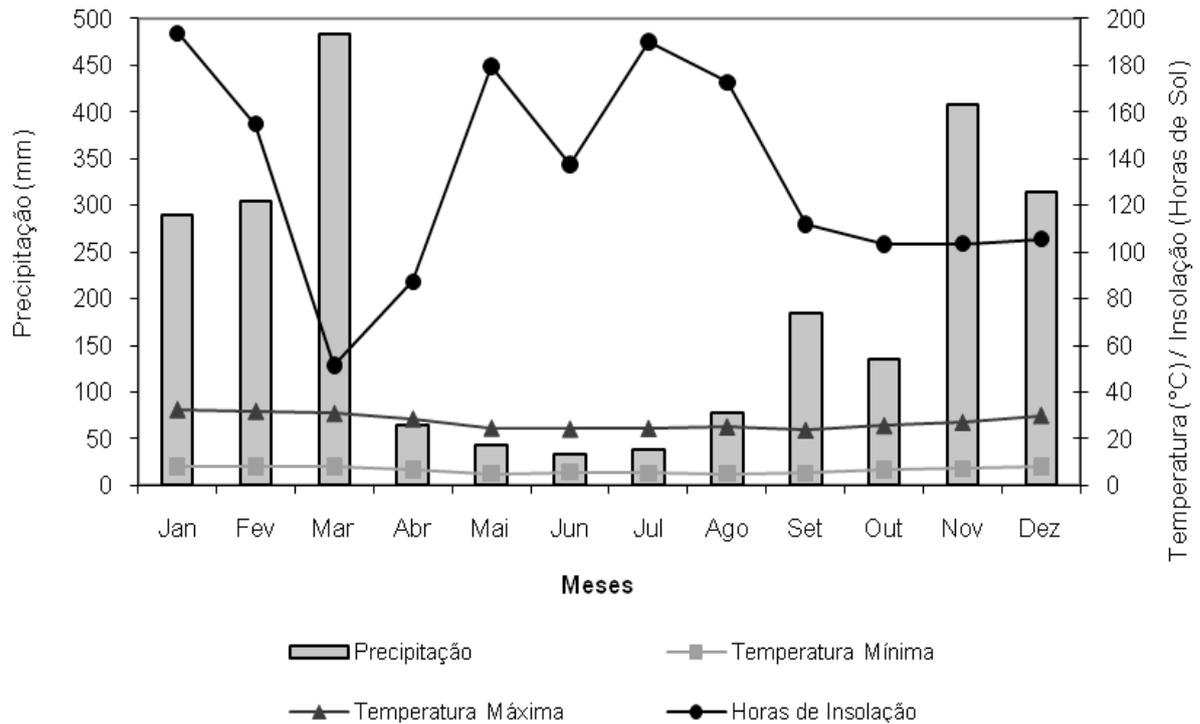


Figura 1. Dados climáticos do ano de 2006 da região de Morretes, Paraná. Fonte: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR).

Figure 1. Monthly values for selected climate variables during 2006 in Morretes, Paraná. Source: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR).

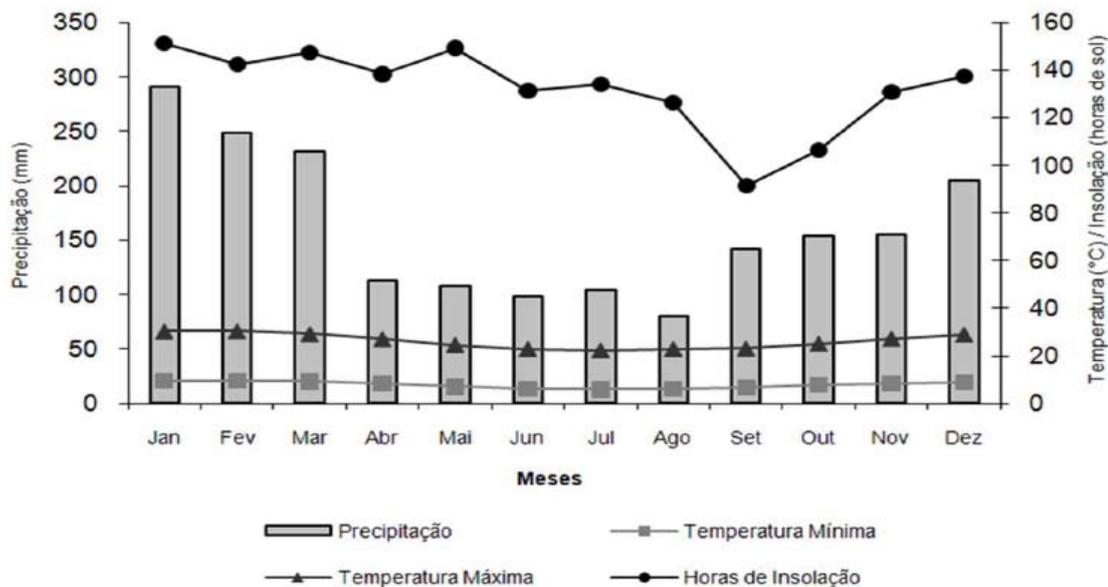


Figura 2. Dados climáticos de 1966 a 2005 da região de Morretes, Paraná. Fonte: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Figure 2. Average monthly values for selected historical climate variables (1966 to 2005) in Morretes, Paraná. Source: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

de dezembro de 2004, em locais protegidos da chuva e do sol, amarrados com arame em quatro propriedades do município. Este estudo foi restrito ao IAPAR, e o acompanhamento da fundação dos ninhos iniciou-se em outubro de 2005, com cerca de dez ninhos já fundados.

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

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). 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.

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 de Spearman, programa SPSS for Windows (Student Version) Release 8.0.

Foram realizados testes de correlação entre o número de ninhos novos e os dados históricos de precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima de dois meses após as fundações devido à duração dos estágios imaturos de *X. frontalis* variar de 45 a 65 dias (Camillo & Garófalo 1989, Camillo 2003).

NINHOS DE OBSERVAÇÃO

Os ninhos de observação foram instalados de modo a possibilitar o acompanhamento da biologia dentro do ninho. Os mesmos foram confeccionados de modo semelhante ao modelo de Freitas & Oliveira Filho (2001) com algumas modificações. Trata-se de uma caixa de madeira, 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 quadro foi feito um furo a 45° com uma broca de 16mm, diâmetro apropriado para *X. frontalis* (Melo *et al.* 2005).

O guapuruvu (*S. 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 (Figura 3a).

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

NINHOS EM BAMBU

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 nos troncos, que também foram acompanhados semanalmente (Figura 4b).

Contando-se com os dois lados do pedaço de bambu, divididos pelo nó, somaram-se 66 ninhos-armadilha com comprimento, diâmetro interno e espessura da parede entre 10 e 20; 1,29 e 3,50 e 0,26 e 1,36cm, respectivamente.

Depois de ocupados pelas fêmeas de *X. frontalis*, os colmos de bambu foram abertos no sentido longitudinal, com auxílio de formão e marreta, para observação interna e depois foram fechados com fita.

OFERTA DE SUBSTRATOS COM DIFERENTES GRAUS DE APODRECIMENTO

Dez pedaços de madeira de *Ficus gomelleira* Kunth & Bouche com 40, 20 e 5cm de comprimento, altura e

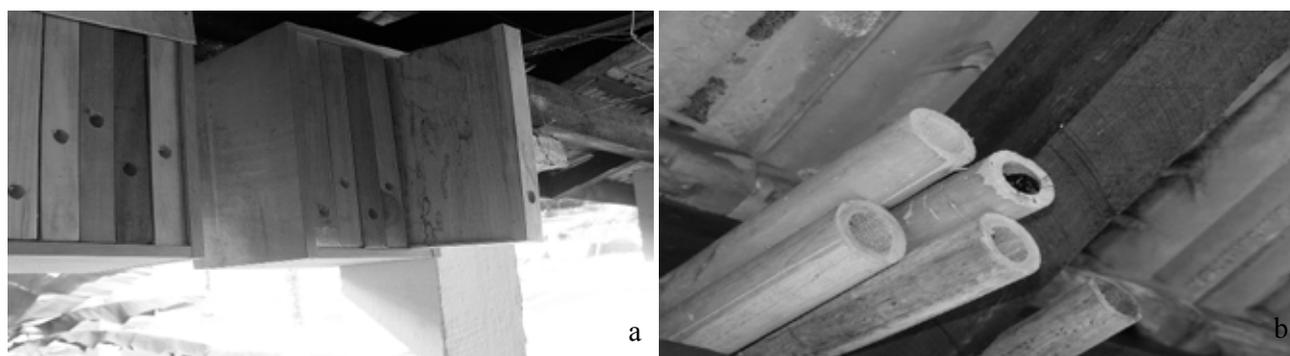


Figura 3. Ninhos de observação (a) e de bambu (b) instalados sob o galpão na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Figure 3. Wood (a) and bamboo (b) observation trap nests placed under a shelter in the Experimental Station of the Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

espessura, respectivamente, foram submetidos a dois tratamentos: cinco foram colocados sobre o solo na borda de uma floresta, sob influência do sol e da chuva, tendo sido revirados semanalmente; cinco foram mantidos em local seco dentro de um galpão, ambos no IAPAR (Figura 4). 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.

RESULTADOS

PERÍODO DE FUNDAÇÃO DE NINHOS NOVOS

Na região de Morretes, 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 5). Durante o ano de 2007 não houve fundações nos meses de março e abril e os ninhos novos foram fundados a partir da metade do mês de outubro.

NÚMERO DE FUNDAÇÕES DE NINHOS POR ANO E REUSO DE NINHOS INATIVOS

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 em colmos de bambu.

O número de ninhos novos foi correlacionado com os dados médios históricos de precipitação ($\rho = 0,59$; $p < 0,05$) e temperatura ($\rho = 0,59$; $p < 0,05$) de dois meses após as fundações. Quando os mesmos dados



Figura 4. Pedacos de madeira de *Ficus gomelleira* sob dois tratamentos (exposto e protegido do sol e chuva; esquerda e direita, respectivamente) utilizados como substratos para nidificação com diferentes graus de apodrecimento.

Figure 4. Wood boards of *Ficus gomelleira* under two treatments (exposed and protected from rain and sunlight; left and right, respectively) employed as nesting substrates with different levels of rotting.

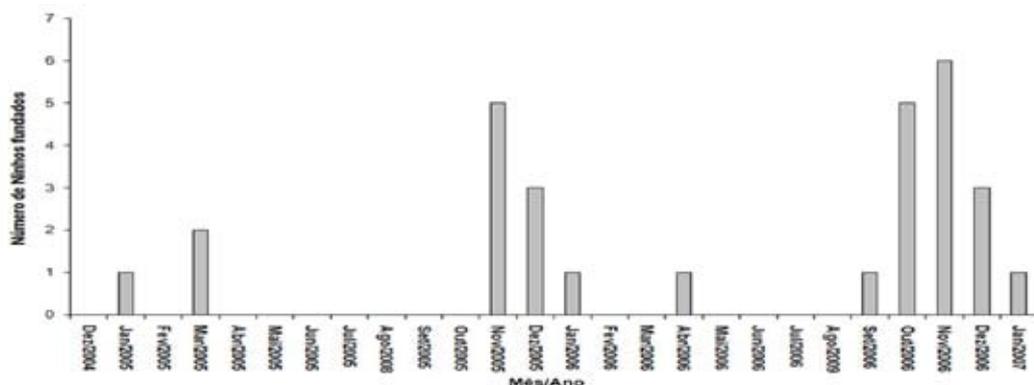


Figura 5. Número de ninhos fundados por *Xylocopa frontalis* na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) entre dezembro de 2004 e janeiro de 2007.

Figure 5. Monthly number of nests founded by *Xylocopa frontalis* in the Experimental Station of the Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), from December, 2004 to January, 2007.

foram correlacionados mês a mês, tal correlação foi menos significativa (para precipitação $\rho = 0,48$ e $p < 0,05$; para temperatura, $\rho = 0,41$ e $p < 0,05$). Nos meses de julho e agosto houve uma queda no número de ninhos ativos (Figura 6).

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.

FREQUÊNCIA DE ATIVIDADES

Para diminuir o efeito do aumento populacional e se aproximar de uma unidade comparável entre os horários e meses de amostragem, foi calculada a relação da atividade das abelhas por ninho ativo. 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 atividade (Figura 7). A atividade das abelhas por ninho ativo foi correlacionada com a umidade relativa média local ($\rho = 0,39$; $p < 0,05$), precipitação ($\rho = 0,51$; $p < 0,05$) e, principalmente, com o fotoperíodo ($\rho = 0,74$; $p < 0,05$), temperatura máxima ($\rho = 0,74$; $p < 0,05$) e temperatura mínima ($\rho = 0,72$; $p < 0,05$). Não houve influência da insolação ($\rho = -0,18$; $p < 0,05$).

Quando correlacionadas com as médias históricas, os índices foram um pouco mais elevados para a precipitação ($\rho = 0,84$; $p < 0,05$), temperatura máxima ($\rho = 0,87$; $p < 0,05$), temperatura mínima

($\rho = 0,87$; $p < 0,05$) e insolação ($\rho = 0,16$; $p < 0,05$).

Nos meses mais quentes do ano (de setembro a fevereiro), o início das atividades de limpeza do ninho e os vôos de forrageamento das fêmeas de *X. frontalis* ocorreram em torno das 7:00h, 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.

No mês de janeiro de 2006, com os valores de insolação e temperatura mais elevados, o pico de atividades ocorreu entre 10:00 e 11:00h e entre 14:00 e 15:00h. Por volta de 13:00h 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 e entre 13:00 e 14:00h. De maio a agosto houve uma queda gradativa nas atividades. Em setembro o pico de atividades ocorreu entre 13:00 e 14:00h e em outubro, de 10:00 às 11:00h. O mês de dezembro apresentou picos de atividade semelhantes aos de fevereiro a abril (Figura 7).

OBSERVAÇÕES COMPORTAMENTAIS

Durante as observações das atividades externas aos ninhos, algumas observações sobre o comportamento dessas abelhas puderam ser registradas.

De maneira geral, no início do provisionamento dos ninhos fundados, os vôos para coleta de pólen foram realizados preferencialmente de manhã (até

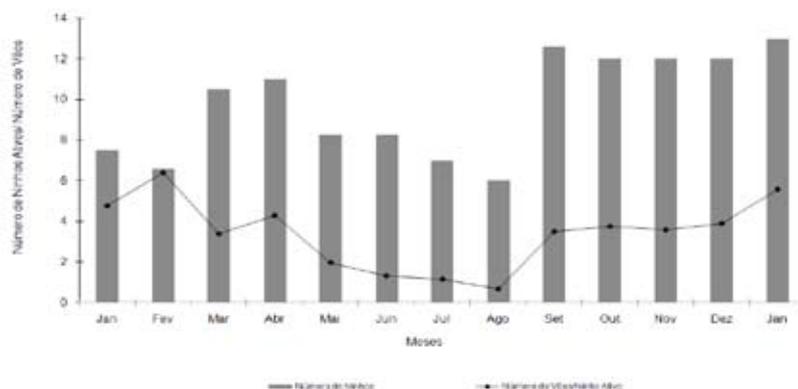


Figura 6. Número de ninhos ativos e atividade das abelhas/ninho ativo na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) entre janeiro/2006 e janeiro/2007.

Figure 6. Monthly number of active nests and average monthly value of external activities per nest in the Experimental Station of the Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), from January/2006 to January/2007.

14:00h). As desidratações de néctar foram observadas principalmente no período da tarde geralmente logo após o retorno ao ninho (Figura 8a). 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 16:00h), embora mais freqüentes no período da manhã.

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 na 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. Esse

padrão comportamental ocorreu 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 comportamento também se repetiu em maio e junho, provavelmente devido às baixas temperaturas (Figura 8b).

Entre as interações intraespecíficas, foi observada uma pilhagem no início de janeiro. Um dos ninhos foi pilhado por uma fêmea de um ninho próximo bastante ativo. Ao sair do ninho pilhado, a fêmea carregava uma grande quantidade de pólen na parte ventral do

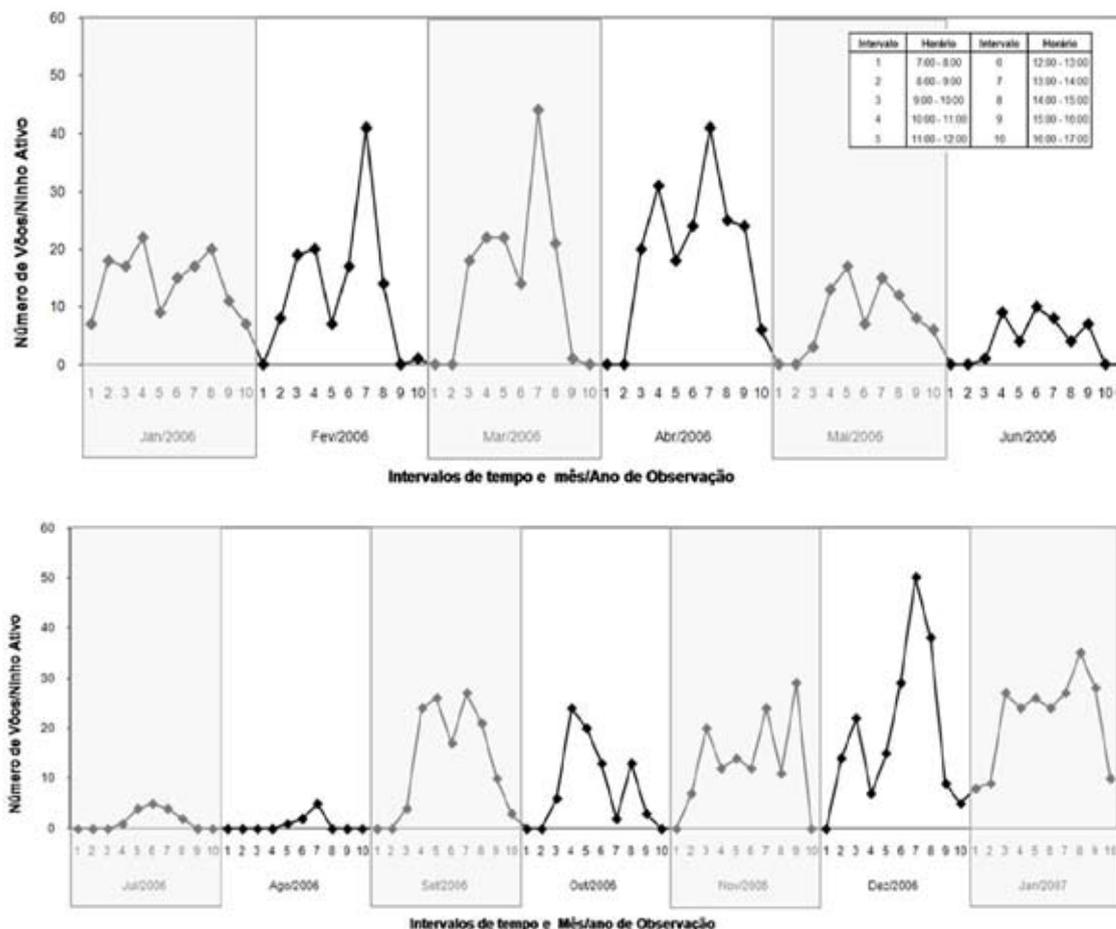


Figura 7. Número de vôos por ninho ativo de *Xylocopa frontalis* nos intervalos de observação em Morretes, Paraná, de janeiro de 2006 a janeiro de 2007.

Figure 7. Number of flights per active nest of *Xylocopa frontalis* during daily observation intervals in Morretes, Paraná, from January, 2006 to January, 2007.



Figura 8. Fêmea de *Xylocopa frontalis* desidratando néctar na entrada do ninho (a) e bloqueando a entrada do ninho com seu metassoma (b).
Figure 8. Female of *Xylocopa frontalis* dehydrating nectar at nest entrance (a) and blocking nest entrance with her metasoma (b).

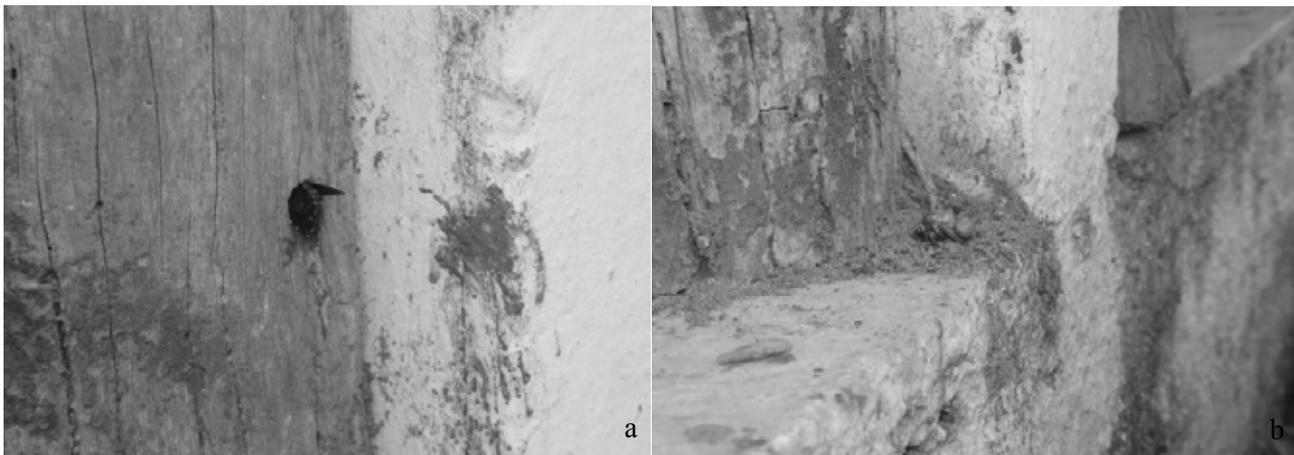


Figura 9. Fêmea de *Xylocopa frontalis* realizando a limpeza do ninho (a) e uma pupa expulsa ainda viva (b).
Figure 9. Female of *Xylocopa frontalis* cleaning the nest (a) and live pupa thrown away from nest.

seu metassoma, nas escopas e nas mandíbulas. Em fevereiro, durante a limpeza do ninho (Figura 9a), em que foram retiradas exúvias e fezes de larvas junto com a serragem, uma fêmea expulsou uma pupa viva, ainda não melanizada (Figura 9b). No mesmo mês foi encontrada uma larva no chão, com cerca de três centímetros e meio de comprimento. Em outro ninho, no início de abril, na parte da manhã foi expulsa uma larva viva (de aproximadamente 1,5cm de comprimento) durante a limpeza do ninho.

Os machos de *X. frontalis* foram observados durante todo o ano de 2006, com exceção do mês de novembro, na entrada dos ninhos e muitas vezes sendo expulsos dos ninhos em que nasceram. Sua atividade (número de vôos) apresentou correlação significativa apenas com o fotoperíodo ($\rho = 0,63$; $p > 0,05$). O maior número de vôos ocorreu entre setembro e outubro de 2006, período que antecedeu o início da fundação de novos ninhos (Figura 10).

Nos meses mais quentes do ano, como dezembro, janeiro e fevereiro, os machos apareceram na entrada

dos ninhos entre 7:00 e 8:00h, mas saíram somente após as 9:00 h. Em fevereiro e março, os machos ocuparam ninhos inativos e suas atividades ocorreram entre 10:00 e 14:00h, tendo durado cerca 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 10:30h. Às 14:00h saiu caminhando, tocando o tronco com o ápice do seu metassoma em várias direções, entrando logo em seguida. 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, entre 13:00 e 14:00h (Figura 11a).

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 14:00h, no final de julho. Entretanto, nesta época muitos machos mortos foram encontrados no chão, próximos aos ninhos. No início de agosto,

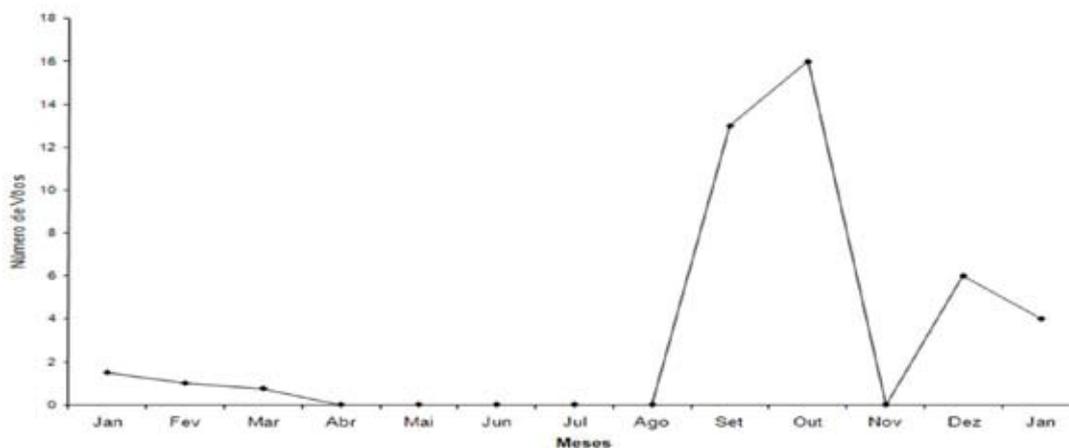


Figura 10. Médias mensais do número de vôos/dia realizados pelos machos *Xylocopa frontalis* durante o ano de 2006 e janeiro de 2007 na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Figure 10. Monthly average number of daily flights of male *Xylocopa frontalis*, from January, 2006 to January, 2007, in the Experimental Station of the Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

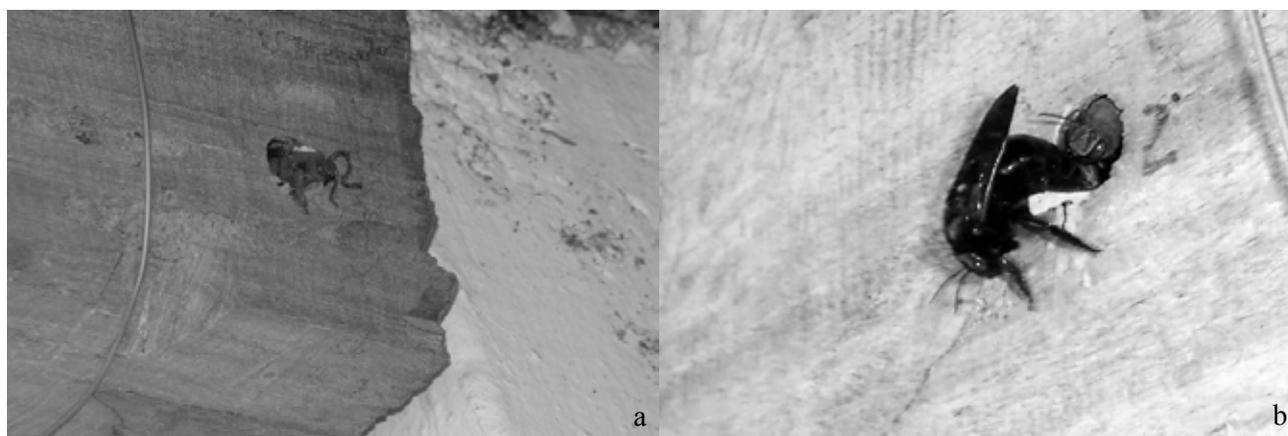


Figura 11. Macho de *Xylocopa frontalis* marcado no mesoscuto com tinta branca (a) e (b), “empurrando” uma fêmea para o forrageamento na entrada do ninho.

Figure 11. Male of *Xylocopa frontalis* marked in the thorax with white paint (a) and shoving female out of the nest (b).

aproximadamente às 13:00h, um macho expulsou uma fêmea para fora do ninho, e a mesma, ao retornar, o alimentou por trofalaxia (Figura 11b).

Em setembro os machos desidrataram néctar entre 9:00 e 10:00 e 13:00 e 14:00h. Foram muito ativos neste período, sendo a maioria dessas atividades relacionada aos vôos de reconhecimento (com duração de 30 segundos a 3 minutos). No fim deste mês, às 13:28h, dois machos foram encontrados se revezando na entrada de um ninho. Ao chegar de um vôo de forrageamento, uma fêmea os alimentou por trofalaxia na galeria. Às 13:44h os alimentou novamente ao chegar, 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. Em seguida uma fêmea não pôde entrar no ninho devido a um bloqueio,

seguido de um som vibrante, de um dos machos. A mesma saiu e trinta minutos depois, chegou e os alimentou novamente.

No mês de outubro, assim como em setembro, os vôos ocorreram entre 9:00 e 14:00h, 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 17:00h, assim como em janeiro de 2006.

Inimigos naturais e defesa do ninho

Vespas pertencentes ao gênero *Leucospis* Fabricius (Leucospidae, Chalcidoidea) apareceram do 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 12:30h. Em um dos troncos, uma vespa foi vista perfurando a parede lateral com seu ovipositor.

Os adultos do coleóptero *Cissites maculata* Swederus (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 (Figura 12). Entretanto, até o mês de dezembro, muitos meloídeos foram encontrados mortos no chão.

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

No ano seguinte, em outubro, em um tronco próximo ao anterior, com cinco ninhos ativos de

X. frontalis, foi igualmente ocupado pelas mesmas formigas.

Em janeiro de 2006, por volta de 12:00h, uma formiga do gênero *Camponotus* se aproximou da entrada de um ninho localizado na parte inferior do troco 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.

Dois eventos de comportamento agressivo entre as abelhas foram observados 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,



Figura 12. Meloídeo *Cissites maculata* caminhando entre os ninhos de *Xylocopa frontalis*.
Figure 12. Meloid beetle *Cissites maculata* walking among nests of *Xylocopa frontalis*.

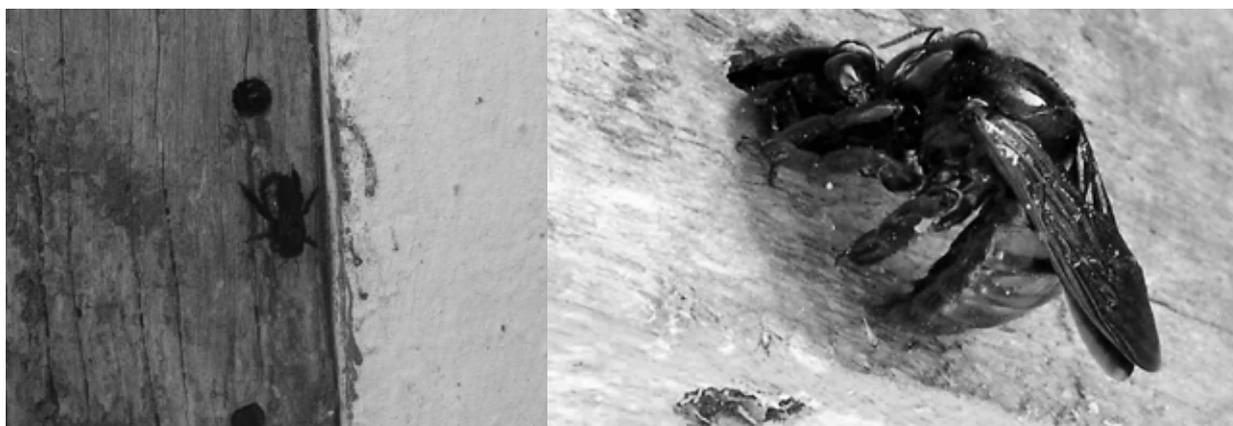


Figura 13. Fêmea guarda de *Xylocopa frontalis* expulsa uma co-específica que chega ao ninho.
Figure 13. Female guard of *Xylocopa frontalis* expelling conspecific female that approached nest entrance.

caíram no chão, a que estava dentro entrou, a que chegou com pólen tentou entrar novamente por duas vezes, seguido de novos conflitos (Figura 13).

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.

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

Recursos florais utilizados

As espécies de plantas visitadas pelas abelhas neste estudo, que puderam ser observadas foram *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae) (novembro a janeiro), *Senna multijuga* e *Senna* sp. (Caesalpiniaceae) (janeiro, fevereiro), *Caesalpinia peltophoroides* (Caesalpinioideae) (outubro), *Centrosema virginianum* (abril a junho), *Bixa orellana* (Bixaceae), além dos maracujás *P. edulis* (novembro a maio) e *P. alata* (ano todo) 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 permitiram 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 frequentemente foram inspecionadas pelas abelhas, inclusive um pouco da serragem foi retirada. Em um dos quadros foi escavado um túnel de aproximadamente 25 centímetros, mas fora abandonado sem razão aparente, uma vez que suas dimensões estavam apropriadas para essa espécie.

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 (Figura 14). Deste tronco foram retiradas quatro larvas que foram distribuídas nos quadros aleatoriamente 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 colocado 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.

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 (Figura 15). 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 se melanizar. Dia 24 de março, além dos olhos, o corpo também se encontrava pigmentado e movimentando o ápice do metassoma. No dia 31 de março, a pupa estava bem escura, movendo as pernas



Figura 14. Detalhe do ninho de guapuruvu transportado para a Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR): célula com o ovo na massa de pólen (a) e células com larvas (b).

Figure 14. Details of contents of nest, founded in a board of guapuruvu wood, transferred to the Experimental Station of the Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR): cell with egg on food mass (a) and brood cells with larvae (b).

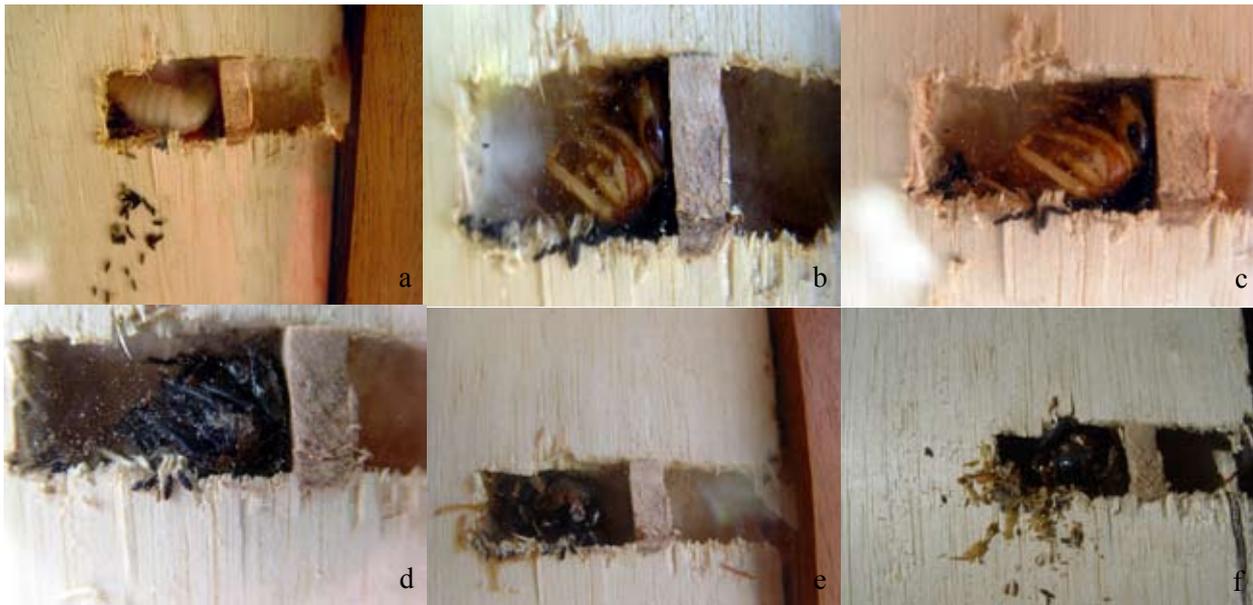


Figura 15. Detalhe do ninho de observação transportado para a Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) nos dias 3 de março (a), 15 de março (b), 24 de março (c), 31 de março (d), 6 de abril (e) e 19 de abril (f) do ano de 2006.

Figure 15. Detail of developing immature in observation nest transferred to the Experimental Station of the Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) in March 3 (a), March 15 (b), March 24 (c), March 31 (d), April 6 (e) and April 19 (f), 2006.

lentamente. No início de abril, a pupa estava ativa, retirando restos de exúvia das pernas, da cabeça e do mesossoma. 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.

NINHOS EM BAMBUS

Duas semanas após sua instalação, quatro colmos de bambu estavam sendo ocupados e aprovisionados por fêmeas de *X. frontalis*. Nas três semanas seguintes, outros quatro colmos foram ocupados pelas abelhas (12% do total de colmos disponíveis foram ocupados). As paredes internas dos colmos foram escavadas e as fêmeas freqüentemente foram vistas retirando serragem (fibras mais longas) durante a limpeza. Além destes, três colmos de bambu chegaram a apresentar suas paredes internas escavadas, mas foram abandonados. Dos 33 colmos de bambus com orifícios virados para o lado interno do galpão, foram utilizados 11, enquanto apenas um colmo foi ocupado, dos 33 virados para o lado externo.

Os comprimentos utilizados foram aqueles de 20cm, com exceção de um colmo com 10cm. Os diâmetros internos utilizados foram aqueles entre 1,29 e 2,33cm e a espessura das paredes internas entre 0,77 e 1,0cm (embora a maioria dos colmos disponíveis

apresentasse espessuras entre 0,26 e 0,61cm) (Figura 16). A Figura 17 mostra a preferência por diâmetros e espessuras entre 1,29 a 2,30cm e 0,77 a 1,0cm, respectivamente.

Em junho de 2007, os colmos de bambu ocupados foram abertos para observação. Nas paredes internas havia uma ou duas reentrâncias profundas (de até 0,64 cm) desde o final das células até 2cm da entrada. As paredes das células também foram superficialmente desgastadas (Figura 17). O número de células e de imaturos variou de 1 a 4 e a razão sexual foi de 1:0,28 (Tabela 1).

OFERTA DE SUBSTRATOS COM DIFERENTES GRAUS DE APODRECIMENTO

Apenas foram utilizados como substrato para escavação de ninhos os pedaços de madeira que ficaram expostos ao sol e chuva. Os pedaços de madeira que ficaram expostos visivelmente estavam mais escuros em relação àqueles que ficaram protegidos. Em agosto de 2007, um dos pedaços de madeira tratados no solo continha um ninho de *X. frontalis* e duas escavações inacabadas e em outro pedaço de madeira semelhante, um ninho com duas fêmeas de *X. frontalis* e um ninho com duas fêmeas de *X. brasiliatorum*.

Além disso, observou-se que a espécie *X. frontalis* utilizou duas vezes o início de escavação (ou o ninho)

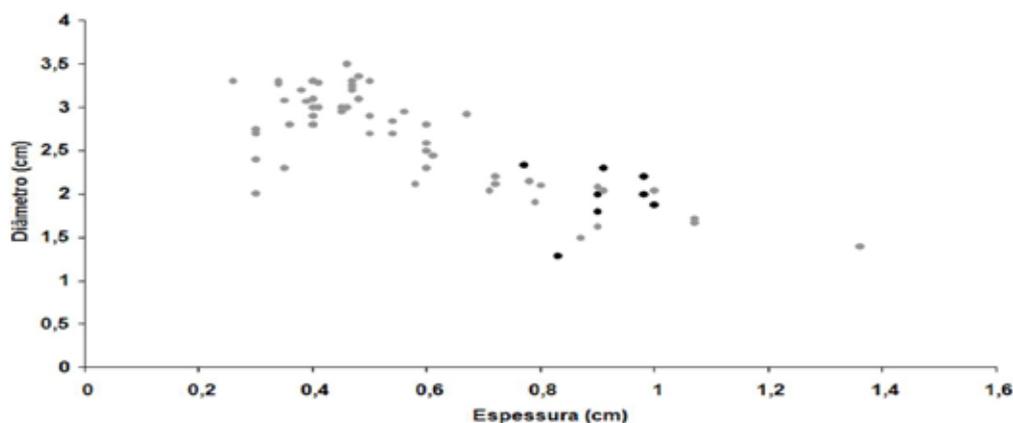


Figura 16. Relação entre o diâmetro e a espessura (em centímetros) dos ninhos-armadilha de bambu. Ninhos ocupados em preto e não ocupados em cinza.

Figure 16. Scattergram between diameter and wall thickness (in centimeters) of bamboo trap nests. Black dots, values of nests occupied by *Xylocopa frontalis*; gray dots, values of non-occupied nests.

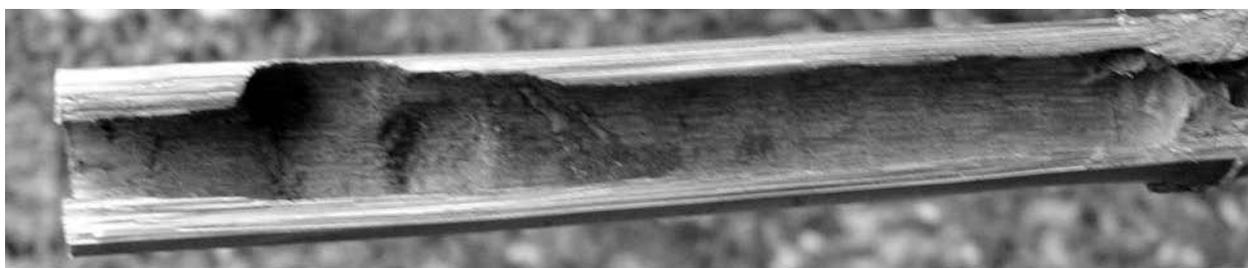


Figura 17. Colmo de bambu aberto longitudinalmente mostrando duas reentrâncias nas paredes internas, próximas à entrada.

Figure 17. Bamboo internode, longitudinally opened, showing two excavations in the inner wall near the nest entrance.

Tabela I. Número de células, machos e fêmeas de *Xylocopa frontalis* encontrados nos colmos de bambu abertos em 28 de junho de 2007.

Table I. Number of brood cells, males and females of *Xylocopa frontalis* from bamboo trap nests opened in June 28, 2007.

Nº do bambu	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

de *X. brasilianorum*, sendo que em um desses ninhos havia duas fêmeas de *X. frontalis* em um ninho recentemente escavado.

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 (Camillo & Garófalo 1982), nesta região ocorreu apenas uma geração por ano, pois neste estudo, as 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 com maior frequência de atividade reprodutiva: dezembro a março e junho a setembro, ocorrendo duas ou mais gerações por ano (Camillo & Garófalo 1982, 1986, Camillo *et al.* 1986). Sakagami & Laroca (1971) sugeriram que espécies de clima temperado são univoltinas, enquanto espécies tropicais e subtropicais seriam bivoltinas. Entretanto, este estudo mostrou que a espécie *X. frontalis* é

univoltina nesta região. Comparativamente, a espécie *Xylocopa (Neoxylocopa) fimbriata* Fabricius também apresentou diferenças regionais em relação ao seu ciclo reprodutivo. Na estação chuvosa, essas abelhas estavam ativas, escavando e aprovisionando ninhos no México (Janzen 1966) e na Costa Rica estavam num período de relativa inatividade (Sage 1968). Roubik (1989) relatou que a variação entre univoltinismo e multivoltinismo pode ocorrer na mesma família, no mesmo gênero ou em uma única espécie, mas pouco se conhece sobre os fatores físicos que encerram a diapausa dos adultos.

Em relação aos ninhos escavados, o teste de correlação entre o número de ninhos novos e os dados históricos de precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima de dois meses após as fundações foi significativamente maior do que quando os mesmos dados foram correlacionados mês a mês. Esta correlação mais acentuada, principalmente relacionada à precipitação, sugere uma garantia de abundância de recursos alimentares para a próxima geração, uma vez que a umidade solo pode regular a quantidade de néctar na flor (Camillo 2003).

Por outro lado, o aprovisionamento 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 aprovisionamento 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, quando os estames das flores brancas eram abraçados e vibrados, liberando uma nuvem de pólen que se aderiu ao corpo dessas abelhas, sendo a transferência do pólen para as escopas realizada durante o vôo.

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 CLIMÁTICOS NAS ATIVIDADES DE *X. frontalis*

Os fatores físicos do ambiente certamente influenciam o comportamento das abelhas. 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 atividade de *X. frontalis* foi mais correlacionada com as médias climáticas históricas do que com as medições realizadas durante o período em que o estudo foi desenvolvido. Contudo, em ambos os casos, a temperatura mínima foi a principal variável abiótica que influenciou o número de vôos dessas abelhas. A temperatura máxima não teve uma influência muito maior provavelmente devido à sua 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 vôo em temperaturas mais baixas (Baird 1986). Neste sentido, a temperatura mínima foi importante para determinar o início das atividades das abelhas e, de forma geral, as atividades iniciaram-se mais cedo nos meses mais quentes.

Em regiões mais quentes, outros estudos demonstraram que os horários das 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. brasiliatorum*, *X. frontalis* e *Xylocopa ordinaria* Smith 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), 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. No México, quatro espécies de *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) realizaram poucos vôos, ao amanhecer e ao anoitecer (Janzen 1964).

Em um estudo mais refinado sobre a termorregulação de *Xylocopa virginica* (Linnaeus) 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 envolveria também um gasto de energia significativo (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.

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.

Além disso, no presente estudo, a insolação teve uma influência negativa, mas não muito significativa, pois no verão, as abelhas podem perder calor pelo metassoma e no inverno, que não é muito pronunciado nesta região, a fonte de calor está na musculatura do tórax dessas abelhas.

Provavelmente este fator seria mais importante em abelhas de tamanho corporal menor, como as espécies de *Xylocopa* (*Notoxylocopa*) estudadas por Janzen (1964), que retardaram suas atividades em até quatro horas após o pôr-do-sol em dias quentes e claros e em dias nublados, *X. illota*, antecipou suas visitas às flores, sobrepondo-se com as abelhas diurnas.

INFLUÊNCIA DA FLORAÇÃO 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 13:00h e a taxa de visitação pelas fêmeas de *X. frontalis* ocorre em maior frequência entre 13:00 e 14:00h, caindo gradativamente durante o período da antese. A polinização natural, quando acontece durante as 14:30 às 16:30h tem maior probabilidade de ser eficiente, mesmo com apenas uma visita, visto que é o período no qual os estigmas já estão curvados e fáceis de serem tocados por visitantes de grande porte e que se adentram nas flores (Melo *et al.* 2005).

Dessa forma, como o período de início da antese coincidiu com o pico de atividades das abelhas nos ninhos, pode-se supor que houve uma sincronia entre as atividades diárias de *X. frontalis* com o horário de abertura das flores de *P. edulis*.

Outro exemplo de sincronia envolvendo espécies de *Xylocopa* foi registrado em uma região subtropical da Índia, em que a atividade diária de *Xylocopa fenestrata* (Fabricius) foi sincronizada com o horário de abertura das flores de Cucurbitaceae (Sihag 1993).

OBSERVAÇÕES COMPORTAMENTAIS

O processo de fundação dos ninhos novos, sua arquitetura, os estágios juvenis longos e o período inativo na fase adulta foram semelhantes aos descritos para outras espécies do gênero (Hurd 1958, Sakagami & Laroca 1971, Hurd & Hefetz 1981, Camillo & Garófalo 1982, Camillo *et al.* 1986).

A pilhagem, que ocorreu no início de janeiro, também foi observada por Gerling *et al.* (1981), que concluíram que as fêmeas guardam seus ninhos contra as coespecíficas que querem roubar seu estoque de pólen durante o período de nidificação. 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 podem ser observados realizando atividades semelhantes às das fêmeas guardas. Quando foram

capazes de voar e se alimentar, realizaram os vôos de reconhecimento e ocuparam 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 à 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 das 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, ao retornarem voaram agressivamente em direção aos observadores, em Caiobá, PR. Este autor também mencionou a impressão de Bertoni & 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. Hurd (1958) relatou que os triungulinos 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 em ninhos de *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius) foi monitorado por Gazola & Garófalo (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, estas vespas também parasitam ninhos de *Megachile* Latreille e *Ctenoceratina* Daly & Moure (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.

NINHOS DE OBSERVAÇÃO

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 estar relacionadas com a mortalidade do imaturo que se desenvolvia em um dos ninhos de observação.

Oliveira Filho & Freitas (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) considerou que as paredes internas dos ninhos de *Xylocopa* são revestidas com secreções glandulares que protegem as células contra a penetração de umidade excessiva ou o ressecamento. Assim, a falta dessas secreções ou a falta de umidade que a fêmea inclui no material para a confecção do tampão poderiam ter influenciado na sua sobrevivência.

Embora algumas fêmeas órfãs tenham sido observadas saindo lentamente e desastadamente dos ninhos em busca de alimento, também seria possível que este aspecto esteja relacionado com a mortalidade desta fêmea teneral, pois em condições normais de desenvolvimento a fêmea mãe a estaria alimentando.

Entre os principais fatores limitantes para o sucesso de um novo ninho está a disponibilidade dos substratos para nidificação, de alimento, a idade das fêmeas (o estado dos dentes das mandíbulas), a ação de parasitas e predadores e o clima (Watmough 1983, Hogendoorn & Leys 1993). Deste modo, uma das hipóteses para a não aceitação dos ninhos de observação, ao contrário do que ocorreu no Rio Grande do Norte, poderia ter sido a abundância de outros substratos nesta região.

NINHOS NOS BAMBUS

Ainda que os substratos mais comuns sejam os troncos mortos, existe certa especialização quanto ao substrato de nidificação como em *Xylocopa* (*Nanoxylocopa*) *ciliata* Burmeister, que nidifica em inflorescências de *Eryngyium* (Apiaceae), *Xylocopa* (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure em inflorescências de *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae), além das espécies do subgênero *Gnathoxylocopa*, em escapos florais de *Aloe* (Hurd & Moure 1978, Silveira 2002, Schindwein *et al.* 2003).

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

Maeta *et al.* (1985) analisaram uma agregação de cinco ninhos de *Xylocopa* (*Biluna*) *tranquebarorum* (Swederus) 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 reutilização 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 2,60cm e 0,20 a

0,60cm e os bambus ocupados por *X. frontalis* foram aqueles com comprimento entre 16,1 a 30,6cm, diâmetro e espessura entre 1,60 e 2,20cm e entre 0,30 a 0,50cm. 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 27,4cm, com maiores frequências de utilização dos colmos entre 17,1 e 25,0cm de comprimento, diâmetros internos entre 1,6 a 2,2cm, com maiores frequências entre 1,81 e 2,0cm e espessuras 0,26 e 0,47cm, com maiores frequências entre 0,31 e 0,40cm. 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* (Chaves-Alves & Augusto 2005). Utilizando ninhos-armadilha de bambu na Bahia, a espécie *X. frontalis* nidificou naqueles com diâmetros maiores que 1,80cm 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 2,30cm e espessuras entre 0,77 a 1,0cm diferiu um pouco do trabalho de Pereira (2002), Camillo (2003) e Aguiar *et al.* (2005), principalmente em relação à espessura das paredes internas.

Como estes ninhos são simples, de fácil transporte e baixo custo, tornam-se ideais para a atração de fêmeas e manipulação das mesmas. 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 entrenó foi utilizado por até quatro sucessivas gerações de *X. tranquebarorum*.

De qualquer maneira, os ninhos de *X. frontalis* em bambu 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 a partir desta interferência

os ninhos foram abandonados pelos adultos que lá estavam.

OFERTA DE SUBSTRATOS COM DIFERENTES GRAUS DE APODRECIMENTO

Diferente dos colmos de bambu, a nidificação em um substrato de madeira confere certa perenidade aos ninhos de *Xylocopa*, representando um grande investimento no sentido de 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 *Xylocopa* (Camillo 2003).

A utilização de pedaços de madeira está mais relacionada (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 constituição dos substratos selecionados ainda é desconhecida para a maioria das espécies de *Xylocopa* (Anzenberger 1977).

Melo *et al.* 2005, apontaram certa preferência pela nidificação nas espécies de *Ficus* na região de Morretes e em outro estudo sobre distribuição espacial e preferência de substratos para nidificação realizado em Uberlândia, MG, também se verificou que as espécies de *Ficus* foram as que mais atraíram ninhos de *Xylocopa* (Chaves-Alves & Augusto 2005).

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

A reutilização do ninho de uma espécie por outra foi relatada por Hurd & Moure (1960) em que *X. artifex* utilizou ninhos de bambu de *Xylocopa* (*Stenoxylocopa*) *nogueirai* Hurd & Moure. Na Serra da Calçada, MG, *X. artifex* também ocupou ninhos de *Xylocopa* (*Diaxylocopa*) *truxali* Hurd & Moure (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. Este é um indício de que o mesmo poderia ter sido fundado por duas fêmeas, o que poderia se tratar de um exemplo 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. 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 *et al.* 1990).

CONCLUSÕES

Na região de Morretes, Paraná, durante os anos de 2006 e 2007, a espécie *X. frontalis* apresentou maior frequência de fundação de ninhos novos ou reutilização de ninhos inativos entre outubro e dezembro. As abelhas que emergiram neste período não se reproduziram imediatamente, ocorrendo apenas uma geração por ano.

Como um número menor de abelhas polinizadoras na cultura resulta em uma baixa taxa de frutificação, este estudo verificou que o fator que mais influenciou a atividade das abelhas foi a diminuição dos valores de temperatura mínima. A chuva também abreviou ou interrompeu as saídas de forrageamento das abelhas. Além disso, as abelhas jovens que saíram para o forrageamento, observadas no mês de abril, passaram muito tempo numa mesma flor, esgotando a quantidade de néctar e não conseguindo voar em seguida, conseqüentemente visitando menos flores.

Foram observadas a pilhagem e defesa do ninho, a presença dos machos, inimigos naturais e outras relações intraespecíficas, entre elas 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, mas são necessários estudos adicionais para conhecer os componentes envolvidos neste reconhecimento.

Os ninhos de observação semelhantes às caixas racionais propostas por Oliveira-Filho & Freitas (2003), além do custo elevado, não foram aceitos pelas fêmeas de *X. frontalis* em dois anos de estudo. Por outro lado, os colmos de bambu foram rapidamente ocupados. Observou-se uma preferência

por aqueles com diâmetro interno entre 1,29 e 2,30cm e principalmente em relação à espessura das paredes internas, de 0,77 a 1,0cm.

Como estes ninhos são simples, de fácil transporte e baixo custo, seriam ideais para a atração de fêmeas e manipulação das mesmas, mas ainda pouco se conhece sobre a possibilidade de sua reutilização pelas abelhas e quando deveriam ser substituídos.

AGRADECIMENTOS: Aos professores Danúncia Urban (UFPR), Maria Cristina Gaglianone (UENF/RJ), Isabela Galarda Varassin (UFPR) e Eduardo Andrade Botelho de Almeida (UFABC) pelas sugestões e contribuições para este trabalho. Ao Instituto Agrônomo do Paraná pelo apoio logístico. À Daphne Spier Moreira Alves e Emanuele de Souza Scholz pela colaboração nos trabalhos de campo. Ao Dr. Sérgio Dias Hilário pela colaboração nas análises estatísticas. Este trabalho é parte dos resultados da Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná defendida pela primeira autora. A mesma agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado. O segundo autor agradece ao CNPq pela bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A. & ALMEIDA, G.F. 2005. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 1030-1038.
- ANUÁRIO INTERATIVO DO OBSERVATÓRIO NACIONAL. 2007. <http://euler.on.br/ephemeris/index.php>. (Acesso em: 20/10/2007).
- 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. & GARÓFALO, C.A. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepelletier) in southern Brazil: I - Nest construction and biological cycle. *Revista Brasileira de Biologia*, 42(3): 571-582.
- CAMILLO, E. & GARÓFALO, C.A. 1989. Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) in southeastern Brasil. *Insectes Sociaux*, 36(2): 92-105.

- CHAVES-ALVES, T.M. & AUGUSTO, S.C. 2005. Distribuição espacial de ninhos e recursos ecológicos utilizados por *Xylocopa* spp. (Hymenoptera, Apidae) em ambiente urbano, Uberlândia-MG, Brasil. *Monografia*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. 30p.
- FREITAS, B.M. & OLIVEIRA-FILHO, J.H. 2001. *Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas*. Fortaleza: Banco do Nordeste. 96p.
- FREITAS, B.M. & OLIVEIRA-FILHO, J.H. 2003. Rational nesting box to carpenter bees (*Xylocopa frontalis*) in the pollination of passion fruit (*Pasurasiflora edulis*). *Ciência Rural*, 33(6): 1135-1139.
- GARÓFALO, C.A.; CAMILLO, E. & MUCCILLO, G. 1986. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista Brasileira de Biologia*, 46(2): 383-393.
- GAZOLA, A.L. & GARÓFALO, C.A. 2003. Parasitic behavior of *Leucospis cayenensis* Westwood (Hymenoptera: Leucospidae) in *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.; HURD, P.D. & HEFETZ, A. 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.; VELTHUIS, H.H.W. & HEFETZ, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. *Annual Review of Entomology*, 34: 163-190.
- GIMENES, M; FIGUEIREDO, N.A. & SANTOS, A.H.P. 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. & LEYS, R. 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. 106p.
- HURD, P.D. & MOURE, J.S. 1963. A classification of the large carpenter bee (*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.; SAKAGAMI, S.F. & SHIOKAWA, M. 1985. 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.
- MELO, G.A.R.; VARASSIN, I.G.; VIEIRA, A.O.S.; MENESES, J.R.; LÖWENBERG-NETO, P.; BRESSAN, D.F.; ELBL, P.M.; OLIVEIRA, P.C.; ZANON, M.M.F.; ANDROCIOLI, H.G.; XIMENES, B.M.S.; ALVES, D.S.M.; CERVIGNE, N.S.; PRADO, J. & IDE, A.K. 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. 123p.
- MICHENER, C.D. 1972. Direct food transferring behaviour in bees. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 45: 373-376.
- OLIVEIRA-FILHO, J.H. & FREITAS, B.M. 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*. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. 125p.
- RAMALHO, M; BATISTA, M.A. & SILVA, M. 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. 514p.
- 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. & LAROCA, S. 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 *Tibolchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae). *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 53p.
- SILVEIRA, F.A. 2002. The bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa (Stenoxycopa) 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. & SILVA, A.G. 1999. A melitofilia em *P. alata* Dryander (Passifloraceae) em vegetação de restinga. *Rodriguesia*, 50: 5-17.
- VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P. & SILVA, F.O. 2002. Ecology of *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) in Abaeté sand dunes, 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.

Submetido em 15/06/2009

Aceito em 23/02/2010