



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais



Dinâmica de ocupação e comportamento de nidificação de
Xylocopa frontalis (Olivier, 1789) (Apidae, Xylocopini) em
abrigos artificiais

Henrique Lomônaco Pedroso

Uberlândia

2014

Henrique Lomônaco Pedroso

**Dinâmica de ocupação e comportamento de nidificação de
Xylocopa frontalis (Olivier, 1789) (Apidae, Xylocopini) em
abrigos artificiais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Profª. Dra. Solange Cristina Augusto
(Orientadora)

Profª. Dra. Cecília Lomônaco de Paula
(Co) Orientadora

Uberlândia
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da UFU, MG,
Brasil.

J95m 2012 Pedroso, Henrique Lomônaco, 1988.

Dinâmica de ocupação e comportamento de nidificação de *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789)
(Apidae, Xylocopini) em abrigos artificiais

Orientadora: Solange Cristina Augusto. Co-orientadora: Cecília Lomônaco de Paula
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação
em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Inclui bibliografia

- .
1. Ecologia - Teses. 2. Abelha - Ecologia - Teses. 3. Comportamento de Nidificação - Teses. 4. Filopatria e Dispersão - Teses. I. Augusto, Solange Cristina. II. Lomônaco, Cecília. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. IV. Título.CDU: 574

Henrique Lomônaco Pedrosa

**Dinâmica de ocupação e comportamento de nidificação de
Xylocopa frontalis (Olivier, 1789) (Apidae, Xylocopini) em
abrigos artificiais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Solange Cristina Augusto
Orientadora – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Prof^a. Dr^a. Silvia Helena Sofia
Membro Titular –Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Prof^a. Dr^a. Marcela Yamamoto
Membro Titular – Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Uberlândia
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Universidade Federal de Uberlândia, por ter me propiciado espaço e estrutura para participar de um processo educativo no qual poucos têm acesso. Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais e a seu corpo docente.

À Maria Angélica, por sua atenção e respeito para com os alunos durante todo curso, esclarecendo questões relevantes no desenvolver do programa.

Agradeço ao CNPq, pelo suporte financeiro no decorrer do curso, através da bolsa de mestrado.

À professora e orientadora Solange Cristina Augusto, por ter vivido comigo experiências únicas, tanto acadêmicas quanto morais. Durante todo o projeto sempre tive abertura para tratar com ela minhas dúvidas, questionamentos, descobertas e, principalmente, questões humanas.

À professora Cecília Lomônaco de Paula, por todo o carinho e atenção dada em minha caminhada, pelo respeito e sinceridade e contribuição imensurável na minha formação acadêmica, científica e profissional.

À Camila Nonato Junqueira, por ter sido uma grande influência e de reconhecida capacidade em minhas escolhas, desde que passei a me envolver com o laboratório de pesquisa.

À galera do LECA, pelo aprendizado e desenvolvimento do meu olhar científico, mas também pela companhia e amizade.

À Marcela Yamamoto, pelo exemplo de admirável conduta pessoal, profissional e humana nos momentos compartilhados.

Aos professores e coordenadores do Programa da Pós-graduação, pelo incentivo dado e pelo desenvolvimento profissional proporcionado.

Aos meu amigos de turma: Eduardo Nascimento, Thiago Henrique, Jefferson Rodrigues e Isabel Aidar, pela alegria, satisfação e integração nos processos acadêmicos e humanos.

Agradeço à minha família, pela compreensão, pelo incentivo, pelo sacrifício e pelo amor que tenho recebido desde sempre. Sou eternamente grato por tudo aquilo que vivenciei e me fez crescer enquanto pessoa humana, comideais, sonhos, desejos e vontades para transformar aprópria vida e a de outros a seu redor. Especialmente, agradeço ao meu pai Antulho Rosa Pedroso, à minha mãe Laís Lomônaco de Paula Pedroso, e a meu irmão Fábio Lomônaco Pedroso e sua nova família, Ana Cecília e Samuel.

Agradeço aos meus amigos eternos: Viktor Silvério (macaco), Luiza Ribeiro (Tia Luzia), Leonardo Shimizu (Tetux), Geovana Franco (Geodésia), Flaviane Freitas (Fleivete), Ana Marcela (Chapada), Eduardo Nascimento (Chupa-cabra), Patilene, Guilherme Carvalho (Galinha), Guilherme Machado (Guivara), Fernanda Souto (Fer), João Guilherme (Jão), Yuri Watanabe (Yurerá) entre outros que eu possa não ter lembrado.

À alegria da vida, em me receber em todos os momentos, bons ou ruins, convidando-me para um novo despertar de consciência, de expectativas, transformações e novas amizades.

Agradeço à Paula Burgarelli, pela vivência única de transformação e crescimento interno que experimentei, mas acima de tudo pela companhia e carinho de cada momento.

Por fim, agradeço à Deus, pela chance única de viver e celebrar este evento inexplicável e fabuloso que é a vida. À todos a minha sincera gratidão.

DEDICATÓRIA

Dedico minha formação e trabalho ao meu irmão Fábio Lomônaco, pela sensação singular em vivenciar sua presença, criatividade, honestidade e dom musical. Não sei o que eu faria sem a tua vida ao lado da minha, pois muito do que sou devo a ti. Muito obrigado por tudo o que tenho aprendido ao seu lado. Amo você.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	01
MATERIAL E MÉTODOS	06
Área de Estudo	06
Desenho Experimental	07
Análises Estatísticas	12
RESULTADOS	14
Dinâmica de Ocupação dos Ninhos-Armadilha	14
Efeitos da Sazonalidade	15
Comportamento Filopátrico ou Dispersivo	18
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Data do início do experimento, número de ninhos ocupados, número de células de cria de <i>Xylocopa frontalis</i> e de ninhos-armadilha disponibilizados em cada abrigo de abelhas. EEP ₁ e EEP ₂ : correspondem aos abrigos da Estação Ecológica do Pangá e FEAL ₁ e FEAL ₂ : aos abrigos da Fazenda Experimental Água Limpa. Os números 1 e 2 referem-se à maior e menor quantidade de ninhos-armadilha, respectivamente	10
Tabela 2 – Número de ninhos ocupados (NO), ninhos efetivos (NE), novas fundações (NF), reuso (R), células de cria por nova fundação (CC/NF) e por reuso (CC/R) de <i>Xylocopa frontalis</i> nos abrigos da Estação Ecológica do Pangá e (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados	14
Tabela 3 –Número total de fêmeas de <i>Xylocopa frontalis</i> e de células de cria por elas produzidas nos abrigos da Estação Ecológica do Pangá (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados.....	15
Tabela 4 – Número de fêmeas filopátricas e dispersoras de <i>Xylocopa frontalis</i> nas estações climáticas quente e úmida (Q/U) e fria e seca (F/S) nos diferentes abrigos apícolas da Fazenda Água Limpa (FEAL) e na Estação Ecológica do Pangá (EEP) em condições de abundância (1) ou escassez de oferta de minhos-armadilha. (Valores significativos do teste χ^2 estão em negrito)	19
Tabela 5 – Mediana do número total de fêmeas (FT), células de cria (CC), fêmeas emergentes (FE), fêmeas da área de entorno (FAE), ninhos ocupados (NO) e ninhos efetivos (NE) de <i>Xylocopa frontalis</i> encontrados nos abrigos instalados na Estação Ecológica do Pangá (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL) ao longo das duas estações do ano (quente/úmida e fria/seca). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados. Os valores de U referem-se aos resultados do teste de Mann-Whitney. (Valores significativos estão assinalados em negrito)	20

ÍNDICE DE FIGURAS

página

Figura 1 – Vista geral aérea da Fazenda Água Limpa, Uberlândia – MG e do seu entorno	06
Figura 2 – Mapa da Estação Ecológica do Panga e sua localização no Triângulo Mineiro e estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa político do Brasil – IBGE – 1996	07
Figura 3 – Abrigo de abelhas com substratos de nidificação disponíveis para mamangavas: A – maior quantidade de ninhos-armadilha; B – menor quantidade de ninhos-armadilha; C – ninhos-armadilhas inseridos em tijolos do tipo baiano; D – gomo de bambú com células de cria aprovisionadas por <i>Xylocopa frontalis</i>	08
Figura 4 – Abelha <i>Xylocopa frontalis</i> capturada e marcada	09
Figura 5 – Classificação das fêmeas de <i>Xylocopa frontalis</i> presentes nos abrigos segundo sua vagilidade (dispersão ou filopatria), origem (emergente ou do entorno) e atividade de nidificação (reuso ou nova fundação).....	11
Figura 6 – Variação temporal do número total de fêmeas (FT) e do número de células de cria (CC) de <i>Xylocopa frontalis</i> produzidas nos abrigos da Estação Ecológica do Panga (EEP) e da Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados	17
Figura 7 – Histograma da distribuição do tempo de permanência de abelhas <i>Xylocopa frontalis</i> nos abrigos de abelhas	19

RESUMO

Este trabalho analisou alguns aspectos da dinâmica populacional e do comportamento de nidificação de *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789), popularmente conhecida como abelha carpinteira. Foram descritos os padrões de colonização de abrigos (ocupação, filopatria e dispersão, tempo de permanência, uso e reuso de ninhos por fêmeas emergentes e do entorno) em diferentes ambientes (reserva ecológica e agroecossistema), estações (quente/úmida e fria/seca) e condições de oferta de ninhos (maior e menor quantidade de ninhos-armadilha). Em cada ambiente foram instalados dois abrigos com substratos de nidificação. Uma população inicial de abelhas ali encontradas ou introduzidas foram marcadas individualmente e acompanhadas por um período de aproximadamente um ano. A proporção entre o número de ninhos fundados e reusados não diferiu entre os abrigos. Houve um número maior de novas fundações do que o reuso do ninho materno independentemente da quantidade de ninhos disponibilizados. O número de células de cria nos ninhos fundados foi superior ao de ninhos reutilizados e as proporções de cada uma destas categorias não diferiram entre os abrigos. A semelhança nos padrões de variação do número de fêmeas entre os abrigos de uma mesma área parece indicar a influência de fatores microclimáticos regendo a dinâmica de ocupação dos abrigos e, consequentemente, o número de células de cria. Em nenhum abrigo houve a utilização total dos ninhos disponibilizados nem diferenças no número de crias produzidas por fêmea. Em todos os abrigos o número de fêmeas dispersoras foi superior ao número de fêmeas filopátricas e estas variáveis não diferiram entre os abrigos. O tempo máximo em que uma fêmea permaneceu no abrigo equivaleu a 198 dias. Para as fêmeas dispersoras, o tempo mínimo de permanência foi de 12 dias, com valor médio de 45 dias. O fato de fêmeas oriundas de outros locais do entorno também nidificarem no abrigo instalado pode contribuir para aumentar a variabilidade genética da população de *X. frontalis*.

Palavras-chave: abelha solitária, filopatria, agroecossistema

ABSTRACT

This paper analyzed some aspects of the population dynamics and of the nesting behavior of *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789), popularly known as the carpenter bee. The patterns of colonization (occupation, philopatric and dispersive behavior, permanence period, use and reuse of the nests by emerging and vicinity females) of four bee-shelters in different environments (ecological reserve and farm), seasons (hot/cold and wet/dry) and conditions of nest supply (high and low amount of trap nests) were described. In each environment two shelters containing substrates for nest building were installed and the initial populations founded were individually marked and observed for a period of approximately one year. The proportion between the number of first-established nests and the reused ones did not differ between the shelters. There were a greater number of new foundations over the reuse of the nest regardless of the number of nests provided. The number of brood cells in the first-established nests was greater than that of the reused ones and the proportions of each of these categories did not differ between the bee-shelters. The similarity of the variation pattern in the number of females between shelters of the same area would indicate the influence of microclimatic factors governing the dynamic occupation of the bee-shelters and consequently the number of brood cells. In no shelter occurs the full utilization of the available nests and no differences in the number of offspring produced per female were found. In all shelters, the number of dispersing females was higher than the number of philopatric ones and the proportionality between these variables did not differ between the shelters. The maximum period of time that a female remained in the bee-shelter was equivalent to 198 days. For the dispersing females, the minimum period of permanence in the bee-shelter was 12 days, with an average of 45 days. The nest use for females from the vicinities may contribute to maximize the population genetic variability of *X. frontalis*.

Key-words: solitary bee, philopatry, agroecosystem

INTRODUÇÃO

As abelhas são reconhecidamente os principais agentes polinizadores de plantas nativas e cultivadas em ecossistemas terrestres (Buchmann & Nabhan 1996, Klein *et al.* 2007). Os polinizadores e a reprodução vegetal estão intensamente relacionados e a ação das abelhas como agente de polinização torna-se o elemento crucial no funcionamento de quase todos os ecossistemas. Além disso, elas são indispensáveis na produção mundial de alimentos e podem aumentar de 5 a 500% a produção de um cultivo agrícola, dependendo de sua espécie, variedade e condições de cultivo (Nabhan & Buchmann 1997).

Em um estudo com 186 espécies de plantas com flores, 46% mostraram-se limitadas reprodutivamente pela ausência ou insuficiência de agentes polinizadores, o que evidencia a grande importância dos mesmos em ambientes naturais (Nabhan& Buchmann 1997; Orth & Matos 2000; Malaspina *et al.* 2008). Porém, este serviço ecossistêmico realizado por estes organismos é difícil de quantificar (Costanza *et al.* 1997) e portanto dificultam as ações que garantem a conservação ou mesmo a restauração dos ecossistemas naturais nos quais as abelhas vivem (Brown & Paxton 2009).

Atualmente têm-se estudado os motivos pelos quais diversas espécies de abelhas, principalmente *Apis mellifera*, têm sofrido forte declínio populacional conhecido como “Desordem do Colapso de Colônias”. Dentre as várias explicações para este declínio, destacam-se a perda do habitat, fragmentação e degradação, uso indiscriminado de agrotóxicos, espécies invasoras, parasitas e doenças e as mudanças climáticas (Batley & Hogendoorn 2009, Freitas *et al.* 2009, Patiny *et al.* 2009, Eardley *et al.* 2009, Williams & Osborne 2009, Oldroy & Nanork 2009, Dietemann *et al.* 2009, De La Rua *et al.* 2009). Estes fatores, no entanto, não agem de maneira independente e dificultam a distinção de seus respectivos impactos para se determinar as causas do declínio populacional das abelhas. Apesar disso, muitos trabalhos ressaltam a magnitude do impacto

causado pela perda de habitat e aplicação de pesticidas e inseticidas, sendo estas as principais razões que levam esses polinizadores ao declínio (De La Rúa *et al.* 2009). Para se compreender o impacto que estes fatores causam nas diferentes espécies de abelhas deve-se, prioritariamente, enfatizar os estudos que trabalhem a bionomia e ecologia de cada espécie, pois cada organismo responde de forma particular às variações ambientais que ocorrem em seus respectivos habitats (Camillo 1979).

Muito se sabe sobre a bionomia e a ecologia das espécies de abelhas sociais. No entanto, estas representam aproximadamente, 20% de todas as espécies de abelhas existentes no mundo. A maioria das espécies, cerca de 80%, é solitária (Batra 1984), sendo este comportamento definido pela independência das fêmeas na construção e aprovisionamento de seus ninhos, não havendo cooperação ou divisão de trabalho entre fêmeas de uma mesma geração (Michener 1974). Vale destacar que o conhecimento bionômico e ecológico das espécies de abelhas solitárias é bem menor em relação às espécies sociais, devido em parte pela dificuldade de localizar seus locais de nidificação (Jayasingh & Freeman 1980).

A maioria das abelhas solitárias escava seus ninhos no solo, mas também destacam-se aquelas espécies que constroem seus ninhos em outros substratos como termiteiros, madeiras e cavidades pré-existentes (Silveira *et al.* 2002). No Brasil, algumas espécies de abelhas solitárias têm recebido maior atenção dos pesquisadores pela possibilidade de serem utilizadas potencialmente em programas de polinização, especialmente aquelas que nidificam em cavidades pré-existentes (Pérez-Maluf 1993; Pereira *et al.* 1999; Morato 2003; Aguiar & Garofalo 2004) por serem mais fáceis de manejar quando comparadas àquelas que nidificam no solo. Dentre estas abelhas destacam-se as do gênero *Xylocopa*, conhecidas pelo seu porte robusto e eficiência na polinização de várias espécies vegetais como o maracujá-amarelo (Camillo 1979, Freitas *et al.* 1999, Ruggiero 2000).

As abelhas *Xylocopa* são reconhecidamente as principais polinizadoras do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) Sims, visto que apresentam o porte necessário para alcançar o estigma da flor e o

comportamento de vibração do corpo para que o pólen seja liberado e transferido para outra flor (buzz polinaton) (Sakagami & Laroca 1971). O principal problema enfrentado pelos produtores é a baixa ocorrência destas abelhas em áreas de cultivo, pois muitas de suas espécies têm sofrido com as consequências negativas da atividade humana sobre os ambientes naturais (Foley *et al.* 2005). Dentre estas consequências estão a fragmentação de habitats, que promove o isolamento genético de populações, aumentando as possibilidades de ocorrência de depressão por endogamia (Zayed 2009) e a incapacidade de pequenas ilhas de habitat suportarem as demandas de uma população de abelhas (Ellis *et al.* 2006).

Xylocopa frontalis (Olivier) 1789 é popularmente conhecida como abelha carpinteira, por apresentar comportamento de escavação em troncos e ramos mortos, secos ou podres ou em cavidades de bambu, onde constroem seus ninhos (Hurd 1978, Roubik 1989, Michener 2000). É uma abelha robusta e de grande porte, chegando a medir 4,5 cm de comprimento. Possui dimorfismo sexual acentuado, no qual as fêmeas apresentam coloração variando do preto ao azul e os machos exibem coloração variando do marrom ao amarelo (Hurd 1978, Gerling *et al.* 1989). Apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais, sendo muito abundante em todo o Brasil (Camillo & Garófalo 1982).

Para a formação do ninho, a fêmea fundadora realiza sucessivos vôos para coleta de pólen e néctar, utilizando posteriormente esses recursos na confecção da massa de alimento onde serão depositados os ovos. Após a oviposição, a fêmea utiliza a serragem produzida pela escavação da parede interna do tronco para construção de opérculos que individualizam as células de cria. São necessários de 40 a 70 dias para a emergência das fêmeas e de 30 a 50 dias para a emergência dos machos. A entrada do ninho é marcada com fezes para definição territorial (Pereira & Garófalo 2010). Os descendentes permanecem no ninho por cerca de 30 dias depois de emergirem e, após

este período, estão aptos a se dispersarem em busca do próprio alimento ou para fundarem novos ninhos (Camillo *et al.* 1986).

Embora possua hábito de vida solitário, *X. frontalis* pode, eventualmente, estabelecer interações sociais de caráter facultativo. Isto acontece quando algumas fêmeas descendentes não se dispersam e reusam o ninho materno (Camillo & Garófalo 1989). Nesta condição, algumas descendentes auxiliam suas mães nas tarefas de defesa, limpeza, forrageamento e alimentação da prole, o que proporciona maior tempo de utilização do ninho. Nestas associações, geralmente ocorre uma divisão reprodutiva de trabalho (Camillo & Garófalo 1989), o que favorece a ocorrência de ninhos sociais (Camillo 1996, 2003). Em outros casos, após a morte ou expulsão da mãe, as filhas podem tomar a dominância do ninho e produzir nova geração (Camillo & Garófalo 1986). Alguns estudos têm sido feitos sobre esta abordagem, nos quais se discute os motivos que levam os indivíduos a apresentarem comportamento filopátrico (Antonini *et al.* 2000, Heg *et al.* 2004).

Filopatria corresponde ao comportamento de permanecer no local de origem, após a emergência, reutilizando o ninho materno ou fundando novos ninhos próximos (Shields 1982, Velthuis & Gerling 1983, Cahan *et al.* 2002). A filopatria abre espaço para que as fêmeas que dividem o mesmo ninho tenham mais chances de se reproduzirem, uma vez que as tarefas de forrageamento e guarda estão divididas entre elas. Além disso, este comportamento permite a manutenção das adaptações locais contidas na genética do indivíduo ou mesmo da população, beneficiando ambos (Shields 1982, Hogendoorn & Velthuis 1993).

Devido a esse comportamento e o de ser atraída a nidificar em substratos artificiais (nínhos-armadilha) *X. frontalis* constitui-se em excelente modelo para o estudo da dinâmica populacional, comportamento de nidificação e ciclo reprodutivo (Chaves-Alves 2010, Junqueira *et al.* 2012), os quais podem fornecer subsídios para conservação dessa espécie em ambientes naturais e para seu manejo em agroecossistemas.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar alguns parâmetros referentes à dinâmica ocupação de ninhos-armadilha e ao comportamento de nidificação de *Xylocopa frontalis*, que possam ser utilizados como subsídios para sua criação e manejo em áreas de cultivo comercial do maracujá-amarelo. Foram analisados os comportamentos de colonização nos abrigos incluindo a freqüência de ocupação de ninhos-armadilha, comportamentos de filopatria ou dispersão exibidos pelas fêmeas emergentes, tempo de permanência das fêmeas nos abrigos, reuso de ninhos por fêmeas emergentes e do entorno. Estes parâmetros foram estudados em diferentes ambientes, estações do ano e condições de oferta de ninhos-armadilha.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL) ($19^{\circ}05'48''S/48^{\circ}21'05''O$) e na Estação Ecológica do Panga (EEP) ($19^{\circ}09'- 19^{\circ}11' S$ e $48^{\circ}23' - 48^{\circ}24' O$), situadas em áreas de Cerrado, no município de Uberlândia, Minas Gerais. Ambas as áreas são pertencentes à Universidade Federal de Uberlândia. O clima da região é do tipo Aw megatérmico, segundo o sistema de classificação de Köppen, com uma estação fria e seca (de abril a setembro) e outra quente e úmida (de outubro a março) (Rosa *et al.* 1991).

A FEAL está localizada a cerca de 25 km do centro da cidade e apresenta 60 ha de área preservada, incluindo fitofisionomias que abrangem cerrado senso restrito, cerrado denso, mata de galeria e vereda. Além disso, outros 17 ha desta estação são destinados ao cultivo de manga, maracujá-amarelo, abacaxi e acerola, dentre outros (Neto 2008) (Figura 1).



Figura 1 – Vista geral aérea da Fazenda Água Limpa, Uberlândia – MG e do seu entorno.

A EEP se localiza a cerca de 35 km do centro da cidade de Uberlândia-MG. Possui área de 409,5 ha e preserva as fitofisionomias de cerradão, cerrado denso, campo sujo, vereda e mata de galeria (Figura 2). Uma descrição detalhada da vegetação pode ser encontrada em Schiavini e Araújo (1989).

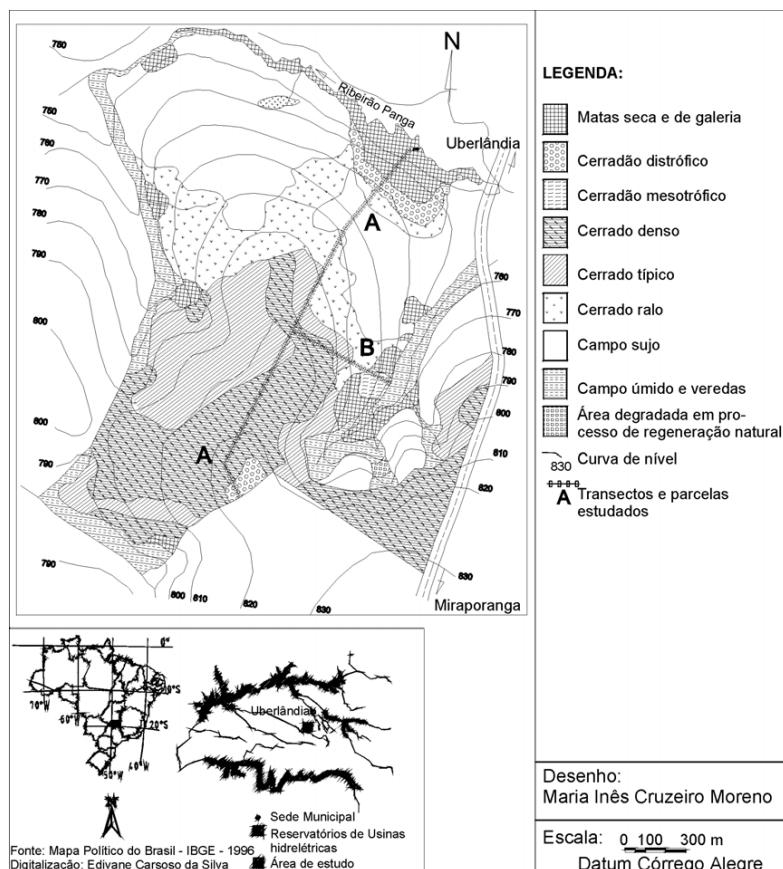


Figura 2 – Mapa da Estação Ecológica do Pangá e sua localização no Triângulo Mineiro e estado de Minas Gerais. Fonte: Mapa político do Brasil – IBGE - 1996

Desenho Experimental

Em cada área de estudo foram instalados dois abrigos (Figura 3A e 3B) com substratos de nidificação disponíveis para as abelhas, semelhantes aos utilizados por Junqueira *et al* (2012) . Estes substratos, denominados ninhos-armadilha (Camillo 1996), foram construídos utilizando gomos de bambu fechados em uma das extremidades pelos próprios nós, inseridos em aberturas de tijolos do

tipo baiano (Figura 3C), dispostos nas estruturas de sustentação de cada abrigo. No interior dos bambus, cujo comprimento variou de 15 a 30 cm e diâmetros de 1,4 a 2,6 cm, as abelhas constroem células de cria para depositarem seus ovos (Figura 3D).

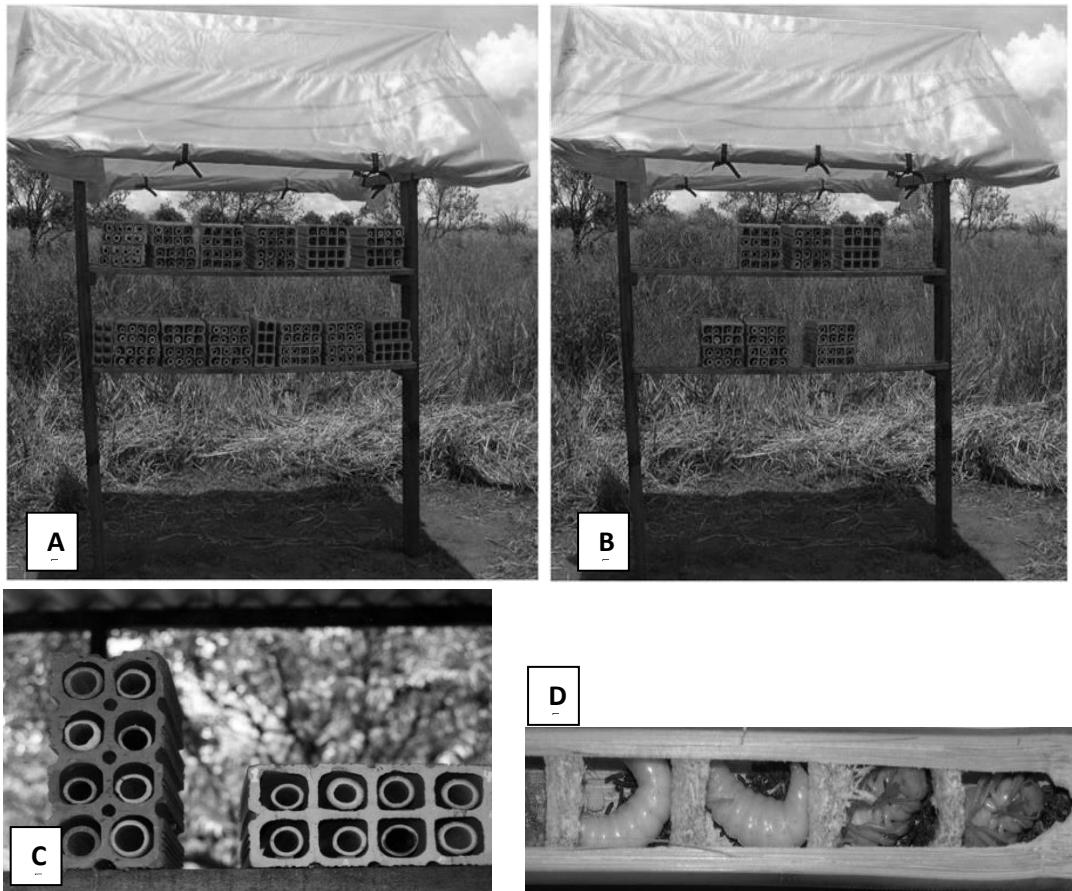


Figura 3 – Abrigos de abelhas com substratos de nidificação disponíveis para mamangavas: A – maior quantidade de ninhos-armadilha; B – menor quantidade de ninhos-armadilha. C – ninhos-armadilhas inseridos em tijolos do tipo baiano. D – gomo de bambú com células de cria aprovisionadas por *Xylocopa frontalis*.

Na Fazenda Água Limpa os dois abrigos foram instalados entre as culturas de acerola, maracujá e laranja e na Estação Ecológica do Panga, os abrigos foram instalados na borda de uma fitofisionomia de Cerradão. Em cada área os abrigos distavam entre si cerca de 900 metros. Em

cada área de coleta, de acordo com o número inicial de ninhos ocupados por abelhas e seu potencial reprodutivo apresentado em outros estudos feitos na mesma área (Junqueira *et al.* 2012), foram estabelecidas duas condições de disponibilidade de substratos para nidificação. Na condição 1 foi disponibilizado um número maior de ninhos armadilha, equivalente a seis vezes a quantidade inicial de ninhos ocupados (média = 51 ninhos). Na condição 2, um número menor de ninhos-armadilha foi disponibilizado, equivalendo a três vezes a quantidade inicial de ninhos ocupados (média = 25,5 ninhos) (Tabela 1).

As coletas de dados foram feitas entre fevereiro de 2012 e janeiro de 2013 na FEAL e entre abril de 2012 e março de 2013 na EEP. As visitas foram realizadas quinzenalmente no período da manhã, das 09:00 às 12:00 h, abrangendo as duas estações do ano: fria e seca (março a setembro) e quente e úmida (outubro a abril).

Tabela 1 –Data do início do experimento, número de ninhos ocupados, número de células de cria de *Xylocopa frontalis* e de ninhos-armadilha disponibilizados em cada abrigo de abelhas. EEP₁ e EEP₂ correspondem aos abrigos da Estação Ecológica do Panga e FEAL₁ e FEAL₂ aos abrigos da Fazenda Experimental Água Limpa. Os números 1 e 2 referem-se à maior e menor quantidade de ninhos-armadilha, respectivamente.

Abrigos	Início das Observações	NºNinhos ocupados	Nº de células de cria	Ninhos-armadilhas
EEP ₁	Abril de 2012	8	7	48
EEP ₂	Maio de 2012	4	7	12
FEAL ₁	Março de 2012	9	7	54
FEAL ₂	Fevereiro de 2012	13	9	39

No início da coleta de dados, todas as fêmeas colonizadoras encontradas ocupando ninhos nos abrigos foram contadas e marcadas conforme metodologia idealizada por Yamamoto *et al.* 2014, utilizando pequenas etiquetas numeradas aderidas ao seu dorso.

A cada coleta, todas as fêmeas encontradas (fêmeas totais) nos abrigos eram marcadas para que fosse registrado o seu tempo de permanência no abrigo. Este método permitiu o registro do

comportamento de novas fundações, que consistiam em aprovisionamento dos ninhos por uma nova fêmea ou reuso de ninhos nos quais havia mais de um aprovisionamento pela mesma fêmea ou pela sua prole. Além disto, como cada abrigo artificial foi considerado o local de origem das fêmeas que ali emergiram (fêmeas emergentes), foi possível definir seus futuros comportamentos de dispersão ou permanência (filopatria), bem como a chegada de fêmeas do entorno no abrigo (Figura 4).

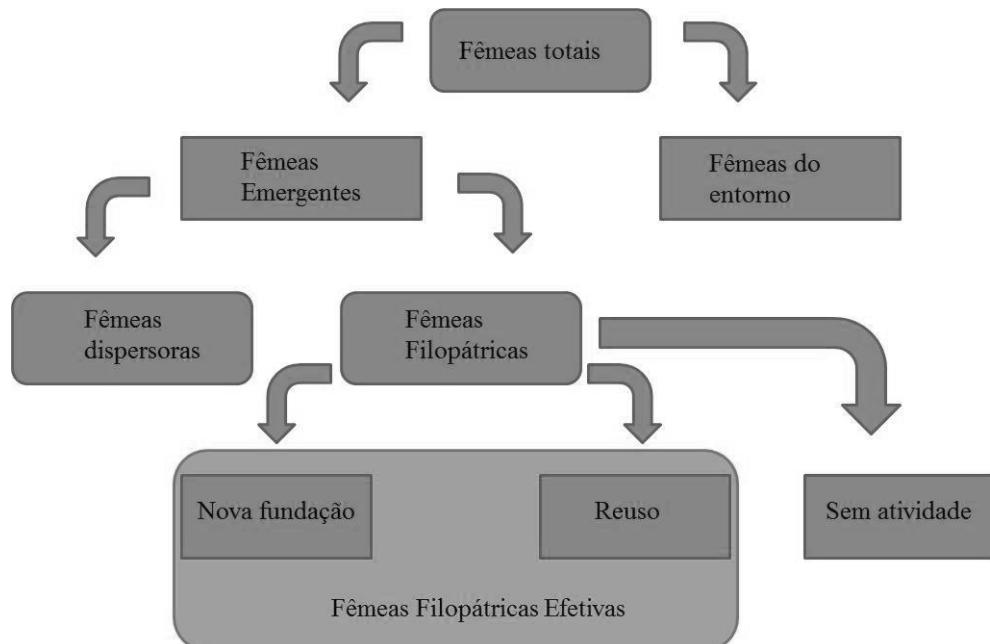


Figura 4 – Classificação das fêmeas de *Xylocopa frontalis* presentes nos abrigos segundo sua vagilidade (dispersão ou filopatria), origem (emergente ou do entorno) e atividade de nidificação (reuso ou nova fundação).

Em cada coleta, os ninhos-armadilha eram inspecionados individualmente, para que fossem verificados:

- (i) Número de ninhos-armadilha ocupados por fêmeas (NO) - ninhos em que era registrada a presença de uma ou mais fêmeas;
- (ii) Número de ninhos efetivos (NE) - ninhos com células de cria;

- (iii) Número total de fêmeas (FT) - número total de fêmeas presentes no abrigo;
- (iv) Número de fêmeas emergentes (FE) - fêmeas que emergiram dos ninhos do abrigo;
- (v) Número de fêmeas da área do entorno (FAE) - fêmeas provenientes das áreas de entorno;
- (vi) Número de fêmeas filopátricas efetivas (FFE) - fêmeas que emergiram dos ninhos do abrigo e neles permaneceram fundando seus próprios ninhos ou reusando o ninho materno;
- (vii) Número de fêmeas filopátricas não efetivas (FNE) - fêmeas emergentes que permaneceram no abrigo sem contribuir com a produção de células de cria;
- (viii) Número de fêmeas dispersoras (FD) - fêmeas emergidas nos ninhos dos abrigos que se dispersaram posteriormente;
- (ix) Número de células de cria (CC) - total de células de cria aprovisionadas em um ninho;
- (x) Tempo de permanência no abrigo (TP) - período compreendido entre a primeira marcação e o último registro da fêmea no abrigo.

O número de células de cria foi estimado utilizando a seguinte fórmula (Chaves-Alves 2010): $NC = (CT - CL)/C$, onde NC é o número de células aprovisionadas, CT é o comprimento total do bambu, CL é o comprimento do espaço livre no interior do bambu e CM é o comprimento médio das células de cria que, para as espécies estudadas, corresponde a cerca de 3 cm (Camillo & Garofalo 1982).

Análises Estatísticas

Considerando separadamente os dados obtidos em cada abrigo, foi utilizado o teste de correlação de Spearman para verificar se havia relação linear entre: (i)- número de ninhos ocupados e efetivos, (ii) número total de fêmeas e o número de células de cria; e (iii) - número de fêmeas emergentes e do entorno (Zar 1984).

O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar, dentro de cada abrigo, a proporção entre o número de novas fundações e ninhos reusados e o número de células de crias produzidas nestes ninhos. Este teste também foi utilizado para verificar diferenças entre o número de fêmeas dispersoras e fêmeas filopátricas (FFE + FNE) e entre fêmeas emergentes e fêmeas do entorno. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar diferenças entre os abrigos quanto ao número de células de cria produzidas nos ninhos efetivos. Foi obtida a razão média (R) entre o número inicial de células de cria/fêmea de cada abrigo para possibilitar a comparação entre os mesmos. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para verificar se havia diferenças entre as estações do ano quanto ao: (i) número de ninhos ocupados e efetivos; (ii) número total de fêmeas e células de cria; (iii) total de fêmeas emergentes e do entorno, e (iv) tempo de permanência das fêmeas nos abrigos (Zar 1984). O teste de qui-quadrado foi utilizado para comparar, dentro de cada abrigo, as frequências de fêmeas filopátricas e dispersoras nas estações do ano (Zar 1984).

RESULTADOS

Dinâmica de Ocupação dos Ninhos-armadilhas

Em todos os abrigos houve correlação significativa entre o número de ninhos-armadilha ocupados e o de ninhos efetivos (EEP_1 : $r_s = 0,538$; $p = 0,007$; $n = 24$; EEP_2 : $r_s = 0,459$; $p < 0,005$; $n = 22$; $FEAL_1$: $r_s = 0,675$; $p < 0,002$; $n = 20$; $FEAL_2$: $r_s = 0,930$; $p < 0,001$; $n = 23$).

A proporção entre o número de ninhos fundados e de ninhos reusados não diferiu entre os abrigos ($T = -1,826$; $p = 0,069$). Houve um número maior de novas fundações do que reuso do ninho materno em todos os abrigos, independentemente da quantidade de ninhos disponibilizados (Tabela 2). Similarmente, o número de células de cria nos ninhos fundados foi superior ao número de células de cria nos ninhos reutilizados e as proporções de cada uma destas categorias não diferiram entre os abrigos ($T = -1,826$; $p = 0,069$).

Tabela 2 – Número de ninhos ocupados (NO), ninhos efetivos (NE), novas fundações (NF), reuso (R), células de cria por nova fundação (CC/NF) e por reuso (CC/R) de *Xylocopa frontalis* nos abrigos da Estação Ecológica do Panga e (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados

Abrigos de abelhas	NO	NE	NF	R	CC/NF	CC/R
EEP_1	21	10	14	04	34	08
EEP_2	11	09	05	02	21	03
$FEAL_1$	32	08	03	01	10	01
$FEAL_2$	41	20	16	11	43	20

Os abrigos localizados na EEP apresentaram oscilações com decréscimo e aumento no número de fêmeas e de células de cria durante o período de estudo. Em nenhum destes abrigos,

entretanto, foi detectada correlação significativa entre o número de fêmeas e o número de células de cria por elas produzidas ($r_s(EEP_1) = 0,287$; $p = 0,175$; $n = 24$ e $r_s(EEP_2) = -0,018$; $p > 0,005$; $n = 22$). O total de fêmeas e de células de cria de cada abrigo está representado na Tabela 3.

Nos abrigos da FEAL, houve tendência de redução do número de fêmeas e de células de cria, com total ausência de fêmeas no final do experimento (Figura 5). Houve correlação significativa entre o número total de fêmeas e o número de células de cria para ambos os abrigos ($r_s(FEAL_1) = 0,615$; $p < 0,005$; $n = 10$ e $r_s(FEAL_2) = 0,861$; $p < 0,001$; $n = 23$).

Em nenhum abrigo houve a utilização total dos ninhos disponibilizados nem foi detectada diferença entre os abrigos quanto ao número de crias produzidas por fêmea ($H = 3,632$; $p = 0,304$).

Tabela 3–Número total de fêmeas de *Xylocopa frontalis* e de células de cria por elas produzidas nos abrigos da Estação Ecológica do Panga (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados.

Abrigos de abelhas	Total de fêmeas	Número de células de cria
EEP ₁	48	42
EEP ₂	18	24
FEAL ₁	17	11
FEAL ₂	39	63

Efeitos da Sazonalidade

Na EEP, o número de fêmeas da área de entorno foi significativamente maior na estação quente e úmida em ambos os abrigos ($U_{EEP_1} = 16$; $p = 0,001$ e $U_{EEP_2} = 22$; $p = 0,009$). No abrigo EEP₂, o número total de fêmeas ($U = 10$; $p = 0,001$) e o número de fêmeas emergentes ($U = 23$; $p = 0,015$) também foram significativamente maiores na estação quente e úmida. As demais variáveis não diferiram significativamente entre as estações (Tabela 5).

No FEAL₁, o número total de fêmeas ($U = 96$; $p < 0,001$), fêmeas emergentes ($U = 96$; $p < 0,001$) e ninhos ocupados ($U = 94$; $p < 0,001$) diferiram significativamente entre as estações do ano, apresentando valores maiores na estação fria e seca. No abrigo FEAL₂, o número de fêmeas da área de entorno foi significativamente maior na estação fria e seca ($U = 102$; $p = 0,002$). As demais variáveis não diferiram significativamente entre as estações (Tabela 5).

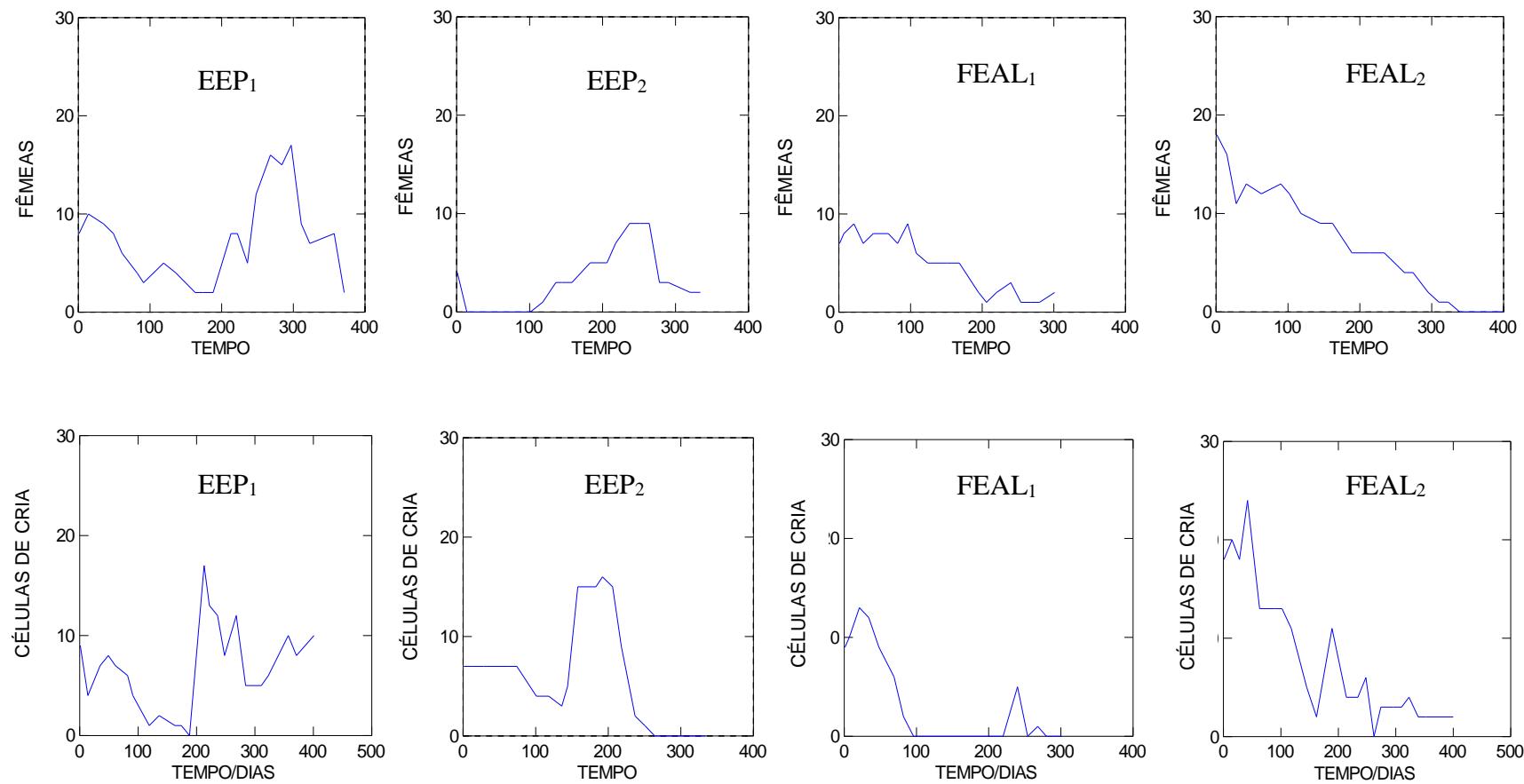


Figura 5 – Variação temporal do número total de fêmeas de *Xylocopa frontalis* e do número de células de cria produzidas nos abrigos da Estação Ecológica do Panga (EEP) e da Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados.

Comportamento Filopátrico ou Dispersivo

Em todos os abrigos o número de fêmeas dispersoras foi superior ($EEP_1 = 19$, $EEP_2 = 05$, $FEAL_1 = 11$; $FEAL_2 = 27$) ao número de fêmeas filopátricas (FFE + FNE) ($EEP_1 = 5$, $EEP_2 = 3$, $FEAL_1 = 27$, $FEAL_2 = 21$) e a proporcionalidade entre estas variáveis não diferiu entre os abrigos ($T = -1,826$; $p = 0,068$). O número de fêmeas filopátricas foi significativamente maior na estação quente/úmida para os abrigos da EEP e maior na estação fria/seca para o abrigo FEAL₂. O número de dispersoras não diferiu entre as estações, exceto para o abrigo FEAL₂, em que foi maior na estação fria/seca (Tabela 4).

O número de fêmeas emergentes foi superior ($EEP_1 = 22$, $EEP_2 = 7$, $FEAL_1 = 12$, $FEAL_2 = 40$) ao número defêmeas da área de entorno ($EEP_1 = 18$, $EEP_2 = 6$, $FEAL_1 = 3$, $FEAL_2 = 8$) nos dois ambientes e em ambas as condições de oferta de ninhos ($T = -1,826$; $p = 0,068$).

Nos abrigos localizados na EEP, não houve correlação significativa entre o número de fêmeas emergentes e o número de fêmeas da área de entorno ($r_s(EEP_2) = -0,270$; $p > 0,005$; $n = 20$ e $r_s(EEP_1) = 0,083$; $p > 0,005$; $n = 24$). Nos abrigos localizados na FEAL houve correlação significativa entre o número de fêmeas emergentes e fêmeas da área de entorno em condições de menor quantidade de ninhos-armadilha ($r_s(FEAL_2) = 0,484$; $p < 0,002$; $n = 23$), mas não em condições de maior quantidade ($r_s(FEAL_1) = 0,354$; $p > 0,005$; $n = 20$).

Não foi encontrada diferença significativa no tempo de permanência ($U = -1728,5$; $p = 0,180$) e no número de células produzidas ($U = 549,00$; $p = 0,153$) entre fêmeas emergentes e fêmeas da área de entorno. O tempo de permanência nos abrigos não diferiu entre as estações ($U = 1451,5$; $p = 0,642$) nem entre abrigos ($H = 2,693$; $p = 0,441$).

O tempo máximo em que uma fêmea permaneceu no abrigo foi de 198 dias. Para as fêmeas dispersoras, o tempo mínimo de permanência foi de 12 dias, com valor médio de 45 dias. O histograma (Figura 6) mostra um pico de dispersão em torno de 25 a 30 dias. O tempo médio de

permanência dos machos foi de 14 dias, sendo que em apenas dois ninhos foi observado a presença de machos da área de entorno.

Tabela 4 – Número de fêmeas filopátricas e dispersoras de *Xylocopa frontalis* nas estações climáticas quente e úmida (Q/U) e fria e seca (F/S) nos diferentes abrigos de abelhas da Fazenda Água Limpa (FEAL) e na Estação Ecológica do Panga (EEP) em condições de abundância (1) ou escassez de oferta de ninhos-armadilha. (Valores significativos do teste χ^2 estão em negrito).

Abrigos	Fêmeas					
	Filopátricas			Dispersoras		
	Q/U	F/S	$\chi^2(p)$	Q/U	F/S	$\chi^2(p)$
FEAL1	01	04	1,800 (p > 0,050)	04	11	3,266 (p > 0,050)
FEAL 2	04	18	8,908 (p < 0,005)	19	36	5,254 (p < 0,025)
EEP1	08	01	5,444 (p < 0,025)	14	23	2,189 (p > 0,050)
EEP2	06	00	6,000 (p < 0,025)	15	10	1,000 (p > 0,050)

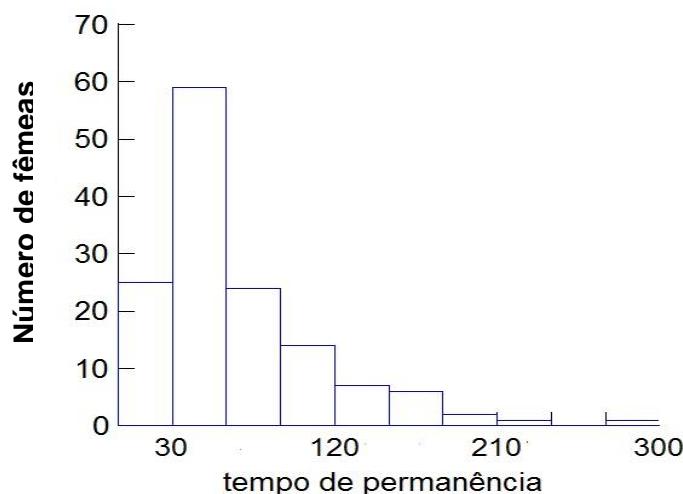


Figura 6 – Histograma da distribuição do tempo de permanência de abelhas *Xylocopa frontalis* nos abrigos de abelhas.

Tabela 5 – Mediana do número total de fêmeas (FT), células de cria (CC), fêmeas emergentes (FE), fêmeas da área de entorno (FAE), ninhos ocupados (NO) e ninhos efetivos (NE) de *Xylocopa frontalis* encontrados nos abrigos instalados na Estação Ecológica do Panga (EEP) e Fazenda Experimental Água Limpa (FEAL) ao longo das duas estações do ano (quente/úmida e fria/seca). (1) maior quantidade e (2) menor quantidade de ninhos disponibilizados. Os valores de U referem-se aos resultados do teste de Mann-Whitney. (Valores significativos estão assinalados em negrito).

Água Limpa

Variáveis	FEAL ₁ (n = 20)			FEAL ₂ (n = 23)		
	Fria/Seca	Quente/Úmida	U (p)	Fria/Seca	Quente/Úmida	U (p)
FT	7,0	1,5	96 (< 0,001)	10,0	4,5	82 (0,338)
CC	4,0	0,0	70 (0,062)	11,0	4,5	76 (0,535)
FE	5,5	0,0	96 (< 0,001)	8,0	3,0	81 (0,368)
FAE	1,0	1,0	94 (0,869)	2,0	0,0	102 (0,002)
NO	5,5	1,5	94 (< 0,001)	8,0	4,5	78 (0,450)
NE	3,0	0,0	66 (0,127)	5,0	2,0	86 (0,221)

Estação Ecológica do Panga

Variáveis	EEP ₁ (n = 24)			EEP ₂ (n = 22)		
	Fria/Seca	Quente/Úmida	U (p)	Fria/Seca	Quente/Úmida	U (p)
FT	5,5	8,0	52 (0,233)	0,0	5,0	10 (< 0,001)
CC	7,0	5,5	71 (0,931)	7,0	2,0	69 (0,476)
FE	4,5	2,0	98 (0,130)	0,0	3,0	23 (0,015)
FAE	1,0	6,5	16 (< 0,001)	0,0	3,0	22 (0,009)
NO	6,0	9,0	52 (0,233)	3,0	5,0	32 (0,061)
NE	3,0	3,0	69 (0,838)	3,3	1,0	73 (0,312)

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Por não ter havido a utilização de todos os bambus disponibilizados nos abrigos, não foi atingida, consequentemente, em nenhum caso, a capacidade suporte na oferta de substratos para nidificação. Em outras palavras, a restrição do número de ninhos na condição de menor quantidade de substrato não foi suficiente para gerar competição entre as fêmeas por locais de nidificação.

A correlação significativa entre o número de ninhos ocupados por uma fêmea e o número de ninhos efetivos poderia significar que as fêmeas emergentes ou do entorno que ocuparam um ninho do abrigo tendiam a permanecer nele para produzir suas células de cria.

A prevalência da fundação de novos ninhos sobre a sua reutilização pode ser esperada para espécies solitárias como *X. frontalis*, no qual as descendentes geralmente fundam seus próprios ninhos após deixarem o ninho materno. Por outro lado, a reutilização do ninho, especialmente quando as descendentes ali permanecem, abriria espaço para ocorrência de comportamento social por favorecer a cooperação e a divisão de tarefas necessárias ao cuidado com a prole e à proteção dos recursos alimentares a ela destinados (Hamilton 1972, Shields 1982, Antonini *et al.* 2000, Pen & Weissling 2000). De acordo com Gerling *et al.* (1989) e Hogendoorn e Velthius (1993), as fêmeas fundadoras admitem a presença no ninho de algumas de suas descendentes, com vistas ao auxílio na guarda do pólen durante o período em que estiver forrageando.

A semelhança nas variações do número de fêmeas entre os abrigos de uma mesma área e, consequentemente, na do número de células de cria produzidas, parece indicar a influência de fatores microclimáticos regendo a dinâmica de ocupação dos abrigos. Embora não tenha sido detectada correlação entre o número de fêmeas e o número de células de cria nos abrigos da EEP, as semelhanças nos padrões de variação de ambas sugerem relação de interdependência destas variáveis, tal qual ocorrida nos abrigos da FEAL.

A tendência de decréscimo do número de fêmeas e de células de cria dos abrigos da Fazenda Água Limpa (após colonização) pode estar relacionada às ações antrópicas negativas acentuadas encontradas naquele ambiente, associadas ao uso de agrotóxicos ou às variações climáticas mais acentuadas, uma vez que os abrigos se encontravam em uma região desmatada (Brown & Paxton 2009). De fato, já se sabe que o declínio das populações de polinizadores está fortemente associado não somente à fragmentação e perda de habitat como também decorre de práticas agrícolas que utilizam de produtos nocivos, como os herbicidas e pesticidas (Freitas & Oliveira Filho 2003, FAO 2004, Pinheiro & Freitas 2010). Como estas abelhas são eficientes polinizadores, acredita-se que um manejo mais adequado seria obtido alocando os abrigos no interior de matas nativas, uma vez que estariam sob condições de maior regularidade climática e integridade ecológica, provendo os recursos necessários à manutenção da espécie.

A prevalência, em todos os abrigos, das fêmeas dispersoras sobre as que permanecem nos ninhos aponta ainda para a alta vagilância ou capacidade de dispersão de *X. frontalis*. Esta habilidade também pode estar relacionada ao comportamento solitário, pois abelhas altamente sociais não apresentam comportamento dispersivo após a emergência (Shields 1982, Peso & Richards 2011). A estratégia de sobrevivência desta espécie pauta-se, portanto, na exploração constante de novos sítios de nidificação, o que de certo modo favorece a sobrevivência da população como um todo, visto que as possibilidades de obtenção de recursos alimentares se maximizam. Além disto, a dispersão dos descendentes reduz as possibilidades de endogamia e perda de variabilidade genética no agrupamento local (Shields 1982, Young & Clarke 2000). O comportamento dispersivo, exibido pela maioria das fêmeas jovens neste estudo, corrobora a ideia de que estes indivíduos ganham mais em procurar novos sítios de nidificação, garantindo a dominância do processo de nidificação em outros locais (Hogendoorn & Velthuis 1993). Peso & Richards (2011) afirmam que as fêmeas que se dispersam, geralmente, apresentam menor tamanho

(biomassa) do que as fêmeas que permanecem nos ninhos, que, por sua vez, são maiores e coletam um maior volume de massa de aprovisionamento (Stark 1992, Greenleaf *et al.* 2007), o que indica a influência da competição intra-específica pela dominância reprodutiva na definição do comportamento filopátrico da espécie. Além disso, a idade do indivíduo também influencia a escolha entre permanecer no ninho ou se dispersar, sendo as mais velhas mais propensas a permanecer do que dispersar (Hogendoorn & Leys 1993).

Não há necessariamente relação de dependência entre o número de fêmeas emergentes e oriundas do entorno. O único caso em que houve correlação diretamente proporcional entre estas variáveis ocorreu no abrigo com menor quantidade de ninhos na Fazenda Água Limpa, o que provavelmente aconteceu em decorrência das condições antrópicas encontradas no local, fazendo com que o abrigo estivesse entre os poucos locais de nidificação disponíveis na área.

O número de descendentes e o tempo de permanência no abrigo não foram afetados pela condição de origem das fêmeas, se emergentes ou advindas do entorno. O tempo de permanência mediano de cerca de 30 dias foi altamente influenciado pelo período em que os imaturos ainda estão sendo alimentados por suas mães por trofalaxia (Camillo & Garofalo, 1989). Findado este período, já maduros, os descendentes podem então se dispersar em busca do próprio alimento, permanecendo no abrigo apenas algumas fêmeas que irão iniciar nova fundação.

As condições microclimáticas e a diversidade de recursos alimentares também poderiam explicar porque na Estação Ecológica do Panga, onde a vegetação é mais preservada, o número de fêmeas encontradas nos abrigos foi superior na estação quente/úmida, inversamente ao que ocorreu na Fazenda Água Limpa, onde maiores frequências foram encontradas na estação fria/seca. Hogendoorn e Leys (1993) apontaram estes mesmos fatores na decisão de uma fêmea em permanecer ou se dispersar, definindo a dinâmica populacional em várias espécies de *Xylocopa*. Um estudo realizado em Israel por Gerling e colaboradores (1989) demonstrou que o clima influencia a

época reprodutiva de *Xylocopa sulcatipes* Maa. Sabe-se que o tempo de aprovisionamento, oviposição, operculação e desenvolvimento do ovo podem variar em função das condições climáticas e disponibilidade e localização dos recursos (Pereira & Garófalo 2010). Porém, alguns estudos demonstram também a influência do estágio de desenvolvimento da abelha no seu comportamento de forrageamento, justificando a alternância entre realizar vôos frequentes e a relativa inatividade da abelha no ninho durante certo período de tempo (Velthuis & Gerling 1983).

Poucas fêmeas são filopátricas, uma vez que a maioria delas apresenta comportamento dispersivo para nidificação em outros locais. Este fato, associado à baixa frequência de reutilização de ninhos, reforça a manutenção do comportamento solitário da espécie comparado ao social. O fato de fêmeas oriundas de outros locais do entorno também nidificarem no abrigo instalado, pode contribuir para maximizar a variabilidade genética da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C.M.L. & Garófalo, C.A. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia** 21(3): 477-486.
- Antonini, Y.; Jacobini, C.M. & Martins, R.P. 2000. Philopatry in the Neotropical ground-nesting solitary digger bee, *Diadasina distinct* (Holmberg, 1903) (Hymenoptera: Apidae) at a nesting site in Southeastern Brazil. **Revista de Etologia** 2(2): 111-119.
- Batley, M. & Hogendoorn, K. 2009. Diversity and conservation status of native Australians bees. **Apidologie** 40: 347-354.
- Batra, S.W.T. 1984. Solitary bees. **Scientific American** 259:120-127.
- Brown, M.J.F. & Paxton, R.J. 2009. The conservation bees: a global perspective. **Apidologie** 40(3): 410-416.
- Buchmann, S.L. & Nabhan, G.P. 1996. The forgotten pollinators. **Island Press**. Washington, DC.
- Cahan, S. H., Blumstein, D. T., Sundström, L., Liebig, J., Griffin, A. 2002. Social trajectories and the evolution of social behavior. **Oikos**. 96:206-216.
- Camillo, E. 1979. Aspectos ecológicos e evolutivos de abelhas do gênero *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae). Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. 173p.
- Camillo ,E. & Garófalo, C.A. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Olivier) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil. I. Nest construction and biological cycle. **Revista brasileira de Biologia**, 42:571-582.
- Camillo, E.; Garófalo, C.A. & Muccillo, G.. 1986. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Biologia**, 46:383-393.

- Camillo, E. & Garófalo, C.A. 1989. Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) in southeaster Brazil. **Insectes Sociaux**, 36:92-105.
- Camillo, E. 1996. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá-amarelo. In: II Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, **Anais**. p. 14-146.
- Camillo, E. 2003. Polinização do Maracujá. Ribeirão Preto, **Holos**. 44p
- Chaves-Alves, T.M. 2010. **Nidificação de Xylocopa spp. (Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado do Triângulo Mineiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 64p.
- Costanza, R., D'arge, R., De Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387, 253-260.
- De La Rúa, P.; Jaffé, R.; Dall'olio, R.; Munoz, I.; Serrano, J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. **Apidologie** 40:263-284.
- Dietemann, V.; Pirk, C.W.W.; Crewe, R. 2009. Is there a need for conservation of honeybess in Africa? **Apidologie** 40: 285-295.
- Eardley, C.D.; Gikungu, M.; Schwarz, M.P. 2009. Bee conservation in Sub-Saharan Africa and Madagascar: diversity, status and threats. **Apidologie** 40:355-366.
- Ellis, J.S.; Knight, M.E.; Darvill, B. & Goulson, D. 2006. Extremely low effective population sizes, genetic structuring and reduced genetic diversity in a threatened bumblebee species, *Bombus sylvarum* (Hymenoptera: Apidae). **Molecular Ecology** 15(14):4375-4386.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2004. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. pp 19-25. In: Freitas, B.M. & Pereira, J.O.P. (eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**, Fortaleza: Imprensa Universitária.

- Freitas, B.M. *et al.* 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge. 133: 303-311.
- Freitas, B.M. & Oliveira-Filho, J.H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural** 33(6):1135-1139.
- Freitas, B.M.; Imperatriz-Fonseca, V.L.; Medina, L.M.; Kleinter, A.M.P.; Galetto, L.; Nates-Parra, G.; Quezada-Euán, J.J.G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie** 40: 332-346.
- Foley, J.A.; DeFries, R.; Asner, G.P.; Barford, C.; Bonan G.; Carpenter, S.R.; Chapin, F.S.; Coe, M.T.; Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C.; Patz, J.A.; Prentice, I.C.; Ramankutty, N. & Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. **Science** 309(5734):570-574.
- 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.
- Greenleaf, S.S.; Williams N.M.; Winfree, R. & Kremen, C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. **Oecologia** 153(3):598-596.
- Hamilton, W.D. 1972. Altruism and related phenomena, mainly in social insects. **Annual Review of Ecology and Systematics** 3:193-232.
- Heg, D.; Bachar, Z.; Brouwer, L. & Taborsky, M. 2004. Predation risk is an ecological constraint for helper dispersal in a cooperatively breeding cichlid. **Proceedings of the Royal Society of London** 271(1575):2367-2374.
- Hogendoorn, K. & Leys, R. 1993. The superseded female's dilemma: ultimate and proximate factors that influence guarding behavior of the carpenter bee *Xylocopa pubescens*. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 33:371-381.
- Hogendoorn, K., Velthius H.H.W. 1993. The sociality of *Xylocopa pubescens*: does a helper really help? **Behavioral Ecology and Sociobiology** 32(4):247-257.

- Hurd, P.D. 1978. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latreille) of the western hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae).** Washington DC: Smithsonian Institution Press. 106p.
- Jayasing, D.B. & Freeman, B.E. 1980. The comparative population dynamics of eight solitary bees and wasps (Aculeata: Apocrita: Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. **Biotropica** 12:214-219.
- Junqueira, C. N. 2012. **Manejo de abelhas do gênero *Xylocopa* (Apidae, Xylocopini) para incremento d frutificação do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f.*flavicarpa* Deneger).** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 57p.
- Junqueira C.N., Hogendoorn K., Augusto S.C., 2012. The use of trap-nest to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: *Xylocopa* spp.), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *passiflora edulis*). **Annals of the Entomological Society of America** 105: 884 – 889.
- Klein, A.M.; Vaissiere, B.E.; Cane, J.H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S.A.; Kremen, C.; Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: **Biological Sciences** 274 (1608): 303-313.
- Malaspina, O.; Souza, T. F.; Zaccarin, E. C.; Cruz, A. S.; Jesus, D. 2008. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: **Encontro sobre abelhas** Ribeirão Preto, SP.
- Michener, C.D. 1974. The social behavior of the bees: A comparative study. 2ed. Massachusetts, **Harvard University Press** 404p.
- Michener, C. D. 2000. **The bees of the world.** London: The Johns Hopkins University Press, 913p.
- Morato, E.F. 2003. Biologia de Megachile (Austromegachile) orbiculata Mitchell (Hymenoptera, Megachilidae) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure.** Ed. UNESC, Criciúma.

- Nabhan, G.P. & S.L. Buchmann. 1997. Services Provided by Pollinators. In: Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems, Chapter 8, G. Daily (ed.), **Island Press**, 133-150p.
- Neto, P.L. 2008. Levantamento planimétrico n° 36.243, Prefeitura de Uberlândia, Minas Gerais.
- Oldroy, B.P; Nanork, P. 2009. Conservation of Asian honey bees. **Apidologie** 40: 296-312.
- 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.
- Orth, A. I.; Matos, J. Z. 2000. O declínio dos polinizadores no mundo: recomendações para reverter o quadro atual. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**, Florianópolis-SC.
- Patiny, S.; Michez, D.; Rasmont, P. 2009. A survey and review of the status of wild bees in the West-Palaearctic region. **Apidologie** 40: 313-331.
- Pen, I. & Weissing, F.L. 2000. Towards a unified theory of cooperative breeding: the role of ecology and life history re-examined. **Proceedings of the Society of London** 267(1460): 2411-2418.
- Pereira, M.; Garófalo, C.A.; Camillo, E. & Serrano, J.C. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie** 30: 327-338.
- Pereira, M. & Garófalo, C.A. 2010. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa griseascens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. **Oecologia** 14(1):193-209.
- Pérez-Maluf, R. 1993. Biologia de vespas e abelhas solitárias, em ninhos-armadilha, em Viçosa-MG. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 87p.
- Peso, M. & Richards, M. 2011. Knowing who's who: nestmate recognition in facultatively social carpenter bee, *Xylocopa virginica*. **Insect Behaviour** 79(3): 563-570.
- Pinheiro, J.N. & Freitas, B.M. 2010. Efeitos Letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agrossistemas brasileiros. **Oecologia** 14(1): 266-281.

- Rosa R.; Lima, S.C.C. & Assunção, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia – MG. **Sociedade & Natureza** 3:(1)91-108.
- Roubik, D.W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press. 514p.
- Ruggiero, C. 2000. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.206, 5-9p.
- Sakagami, S.F. & Laroca. 1971. Observations on the bionomics of some Neotropical Xylocopini bees, with some comparative biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). **Journal Faculty Science Hokkaido University** 18(1): 57-127.
- Schiavini, I. & Araújo, G.M. 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade & Natureza** 1(1):61-66.
- Shields, W.M. 1982. **Philopatry, inbreeding, and evolution of sex**. Albany: Suny Press. 245p.
- Silveira, F.A.; Melo, G.A.R.; Almeida, E.A.B. 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte:Fernando A. Silveira, 253p.
- Stark, R.E. 1992. Sex ratio and maternal investment in the multivoltine large carpenter bee *Xylocopa sulcatipes* (Apoidea: Anthophoridae). **Ecological Entomology** 17(2): 160-166.
- Velthuis, H.H.W. & Gerling, D. 1983. At brink of sociality: interactions between adults of the carpenter bee *Xylocopa pubescens* Spinola. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 12(3): 209-214.
- Williams, P.H. & Osborne, J.L. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. **Apidologie** 40: 367-387.
- Yamamoto, M. 2009. **Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae) no Triângulo Mineiro: riqueza de espécies, frequência de visitantes e a conservação de áreas naturais**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, MG, 130p.

Young, A. & Clarke, G. 2000. Genetics, demography and the viability of fragmented populations. Cambridge: Cambridge **University Press**. 460p.

Zar, J.H. 1984. Bioestatistical Analisys. New Jersey: **Prentice-Hall**. 663p.

Zayed, A. 2009. Bee genetics and conservation. **Apidologie** 40(3): 237-262.