



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

FRANCISCO ANDERSON VIEIRA DE ALMEIDA

**RECURSOS USADOS POR ABELHAS DO GÊNERO *Xylocopa* (HYMENOPTERA,
APIDAE) E SEU MANEJO EM CULTIVO AGRÍCOLA**

FORTALEZA - CE

2016

FRANCISCO ANDERSON VIEIRA DE ALMEIDA

Zootecnista

**RECURSOS USADOS POR ABELHAS DO GÊNERO *Xylocopa* (HYMENOPTERA,
APIDAE) E SEU MANEJO EM CULTIVO AGRÍCOLA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Inês da Silva

FORTALEZA - CE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

A447r Almeida, Francisco Anderson Vieira.
Recursos usados por abelhas do gênero *Xylocopa* (Hymenoptera, Apidae) e seu manejo em cultivo agrícola / Francisco Anderson Vieira de Almeida. – 2016.
54 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.
Área de Concentração: Produção e melhoramento animal
Orientação: Profa. Dra. Cláudia Inês da Silva.

1. Maracujazeiro. 2. Polinização. 3. Abelhas-carpinteiras. I. Título.

CDD 631

FRANCISCO ANDERSON VIEIRA DE ALMEIDA

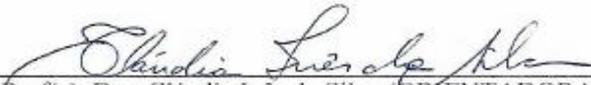
RECURSOS USADOS POR ABELHAS DO GÊNERO *XYLOCOPA*
(HYMENOPTERA, APIDAE) E SEU MANEJO EM CULTIVOS AGRÍCOLAS

Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

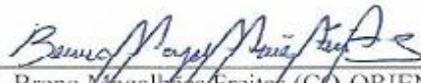
Aprovada em: 26/01/2016.

BANCA EXAMINADORA



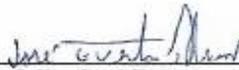
Prof(a). Dra. Cláudia Inês da Silva (ORIENTADORA)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas (CO-ORIENTADOR)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. José Everton Alves

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Os planos de Jah para mim, são maiores que os meus próprios planos pra mim.

A meu pai, Francisco Gomes de Almeida (*in memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao dom da vida, pois a cada dia que acordo percebo que só amando-a podemos continuar a nossa jornada independentemente de onde iremos chegar.

À minha esposa e companheira de jornada, Denise, e à minha pequena Amora, que estão sempre deixando os meus dias mais tranquilos.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de pós-graduação em Zootecnia pela oportunidade ímpar de cursar este mestrado.

À professora Dra. Claudia Inês da Silva, pelos ensinamentos de vida durante esses quase dois anos de convivência, à sua dedicação e empenho pela pesquisa científica e pela sua orientação de qualidade.

Ao professor Dr. Breno Magalhães Freitas pelos ensinamentos, conselhos e colaboração para finalização desse trabalho.

Ao professor Dr. José Everton Alves pela disposição em fazer parte da banca.

Ao amigo Dr. José Alípio Pacheco Filho, pela brilhante contribuição, principalmente na ampliação da nossa visão sobre o nosso trabalho.

Aos amigos de todas as horas Gercy, Jânio e Leonardo e em especial ao meu irmão Elton, por compartilhar as alegrias e aflições durante esses dois anos e para o resto da vida, obrigado por tudo.

A todos os amigos do Grupo de Pesquisas com Abelhas, que sempre estiveram à disposição para colaborar: Diego Melo, Ariane Cavalcante, Hiara Marques, Epifânia Rocha, Nayane Sousa, Ângela Gomes, Irailde Lima, João Paulo Muniz, Paulo Herbson, Camila Lemos, Rafael Ramalho, Conceição Parente, Victor Monteiro e Patricia.

Aos servidores públicos que trabalham no Setor de Abelhas e colaboram bastantes com os nossos trabalhos, Sr. Francisco, Hélio e ao Dr. Deoclécio.

Ao Sr. Nonato, dono da fazenda Xavante, em Aracoiaba, que gentilmente cedeu o seu espaço para realização dos trabalhos de polinização.

Aos integrantes do GEEP (Grupo de estudos em permacultura), Sávio (papai), Heitor, Fernanda, Levy, Tasso, Ricardo (cadinho), Daniel, Gabriel, Mateus e Gleudson, obrigado por deixar as semanas mais suaves durante esses dois anos.

À minha família (pais, irmãos, tios, sobrinhos e primos), por todos os valores ensinados, e por estarem sempre ao meu lado à disposição para ajudar em cada momento de necessidade.

A todos os amigos e pessoas que fizeram e fazem parte da minha vida, deixo minha eterna gratidão pela experiência compartilhada.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por conceder-me essa bolsa de estudos, possibilitando minha qualificação por colaborar com a pesquisa.

À RCPol (Rede de Catálogos polínico *online*) e à Bayer pelo apoio nesta pesquisa.

RECURSOS USADOS POR ABELHAS DO GÊNERO *Xylocopa* (HYMENOPTERA, APIDAE) E SEU MANEJO EM CULTIVO AGRÍCOLA

RESUMO GERAL

A criação e o manejo de abelhas do gênero *Xylocopa* por meio de ninhos-armadilha (NAs) é uma atividade promissora e sustentável. Além de economicamente importante, por gerar renda e por incrementar a polinização em diversas culturas agrícolas, o uso dos NAs também tem sido usado para manter as populações de abelhas em ambiente natural e essa prática tem favorecido a polinização em espécies vegetais nativas. Nesse sentido, no presente estudo os objetivos foram: i) investigar as espécies vegetais usadas pelas abelhas do gênero *Xylocopa* na construção de seus ninhos; ii) avaliar a taxa de ocupação de NAs pelas espécies de *Xylocopa* em um Xylocopário experimental, iii) introduzir ninhos dessas abelhas em cultivo de maracujazeiro (*Passiflora edulis*) e; iv) avaliar a amplitude e sobreposição do nicho trófico de *X. frontalis* e *X. cearensis* em área urbanizada visando o seu manejo em áreas cultivadas. Os NAs feitos com bambu e com *Enterolobium contortisiliquum* e *Ficus adhatodifolia* foram os mais ocupados por *X. frontalis* e *Combretum leprosum* por *X. cearensis*. A introdução de ninhos ocupados por *X. frontalis* (n=9) e *X. cearensis* (n=9) em cultivo de maracujazeiro incrementou a polinização em 68,7%. *Xylocopa. frontalis* mostrou maior capacidade de polinização das flores do maracujazeiro do que *Xylocopa cearensis* em razão do seu tamanho corporal ser mais compatível com a altura do androginóforo. Os resultados indicam que é recomendado manter um Xylocopário no entorno dos cultivos de maracujazeiro com NAs feitos com bambu, *E. contortisiliquum* e *Ficus adhatodifolia*, que foram os atrativos para *X. frontalis*, principal polinizador de flores dessa cultura. O resultado das análises da dieta das abelhas adultas mostrou que *X. frontalis* e *X. cearensis* visitaram 26 e 25 espécies de plantas respectivamente, distribuídas em 20 gêneros e 9 famílias. Quatro espécies de plantas, *Senna siamea*, *Senna splendida*, *Solanum paniculatum* e *Senna macranthera* foram as mais importantes na dieta dessas abelhas, sendo recomendado o manejo dessas plantas para manutenção das populações dessas abelhas nos entornos de cultivos de maracujazeiro no semiárido.

Palavras-chaves: Maracujazeiro. Polinização. Abelhas-carpinteiras.

RESOURCES USED BY *Xylocopa* BEES (HYMENOPTERA, APIDAE) AND THEIR MANAGEMENT IN CROPS

GENERAL ABSTRACT

Farming and management of *Xylocopa* bees using trap-nests is a promising and sustainable activity. Besides economically important, for generating income and increasing pollination in several crops, the use of trap-nests has also been used to maintain bee populations in natural environments; such practice has favored pollination of native plant species. In this study, the main objectives were: i) to determine the plant species used by *Xylocopa* bees in the construction of nests; ii) to evaluate the occupancy rate of trap-nests by *Xylocopa* species in an experimental Xylocopário; iii) to introduce nests of *Xylocopa* bees in passion fruit crops and; iv) to assess the trophic niche breadth and overlap of *Xylocopa frontalis* and *Xylocopa cearensis* in an urban area with a view to their management in cultivated areas. Trap-nests made of bamboo and *Enterolobium contortisiliquum* and *Ficus adhatodifolia* were the most occupied by *X. frontalis* and nests made of *Combretum leprosum*, by *X. cearensis*. The introduction of nests occupied by *X. frontalis* (n=9) and *X. cearensis* (n=9) in passion fruit crops increased pollination by 68.7%. Herein, *X. frontalis* showed a greater ability to pollinate passion flowers, mainly because its body size is more compatible with the height of androgynophore compared to *X. cearensis*. Thus, it is recommended to keep a Xylocopário in the vicinity of passion fruit crops with trap-nests made of bamboo, *E. contortisiliquum* and *Ficus adhatodifolia*, which were attractive to *X. frontalis*, the main pollinator of passion flowers. Analysis of the diet of adult bees demonstrated that *X. frontalis* and *X. cearensis* visited 26 and 25 plant species, respectively, which were distributed into 20 genera and 9 families. Four species of plants, *Senna siamea*, *Senna splendida*, *Solanum paniculatum* and *Senna macranthera*, were the most important in the diet of these bees, and it is recommended the management of these plants to maintain the populations of these bees in the surroundings of passion fruit crops in the semiarid region.

Key words: Passion fruit. Pollination. Carpenter bee.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Incremento na polinização de flores de maracujazeiro com a introdução de ninhos de <i>Xylocopa frontalis</i> e <i>Xylocopa cearenses</i> . IF: índice de frutificação.....	29
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Tipos polínicos identificados na dieta de adultos de <i>Xylocopa frontalis</i> no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, em área urbanizada no município de Fortaleza, Ceará.....	45
Tabela 2 - Tipos polínicos identificados na dieta de adultos de <i>Xylocopa cearensis</i> no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, em área urbanizada no município de Fortaleza, Ceará	47

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Atividade de nidificação das espécies de *Xylocopa* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015 no Xylocopário da Universidade Federal do Ceará..... 27
- Figura 2** - Tipos de substratos usados na nidificação de abelhas do gênero *Xylocopa* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015. A: *Xylocopa frontalis*; B: *Xylocopa cearensis* e C: *Xylocopa grisescens*..... 28
- Figura 3** - Número de parasitas encontrados nos ninhos durante a atividade das espécies de *Xylocopa* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015 no Xylocopário da Universidade Federal do Ceará..... 29

CAPÍTULO III

- Figura 1** - Distribuição da precipitação mensal (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará entre outubro de 2014 e setembro de 2015..... 42

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1.REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
1.1. Importância das abelhas na polinização	11
1.2. Bionomia das abelhas do gênero <i>Xylocopa</i>	12
1.3. A importância das abelhas do gênero <i>Xylocopa</i> na polinização de flores do maracujazeiro	14
REFERÊNCIAS	16

CAPÍTULO II

USO DE NINHOS-ARMADILHA NO MANEJO DE *Xylocopa* (HYMENOPTERA: APIDAE) EM CULTIVOS DE MARACUJAZEIRO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO	21
ABSTRACT	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1. Área de Estudo	25
3. RESULTADOS	27
4. DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

CAPÍTULO III

ANÁLISE DA DIETA DE ABELHAS DO GÊNERO *Xylocopa* (HYMENOPTERA, APIDAE) EM AREA URBANIZADA

RESUMO	38
ABSTRACT	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1. Área de Estudo	42
2.2. Coleta e identificação das plantas usadas na dieta de <i>Xylocopa</i>	42
2.3. Análise dos dados	43
3. RESULTADOS	44
4. DISCUSSÃO	49
5. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

CAPITULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Importância das abelhas na polinização

Aproximadamente 90% das plantas que possuem flores são beneficiadas pelo serviço da polinização realizada por animais, em especial os insetos (BUCHMANN; NABHAN, 1996; IMPERATRIZ FONSECA et al., 2012) consequência de uma relação mutualística, onde as plantas geralmente produzem “recompensas”, principalmente néctar e pólen, mais também resinas e óleos florais, que atraem os visitantes florais para a coleta desses recursos usados na alimentação ou construção de ninhos (SIMPSON; NEFF, 1983; WESTERKAMP, 1996).

Os polinizadores são considerados um dos componentes efetivos para o funcionamento dos ecossistemas (CONSTANZA et al., 1997), então, de acordo com dados da UNEPE (2010), estima-se que 71% das espécies vegetais em torno do mundo sejam beneficiadas pelo processo de polinização por alguma espécie de abelha.

Sem a existência destes agentes polinizadores, grande parte das plantas não trocaria material genético, prejudicando sua reprodução, como consequência a produção de alimentos e sementes seria afetada, assim como a de grãos, entre outras, utilizadas em larga escala pela sociedade humana, acarretando problemas mundiais como a redução da segurança alimentar (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

Esses insetos, seres importantes para o funcionamento dos ecossistemas, apresentando diferentes níveis de organização social.

Existindo espécies classificadas como sociais, onde ocorre muitos indivíduos que vivem no mesmo ninho, exibindo atividades diferentes ao longo da vida e que se dividem em castas (abelhas do gênero *Apis* e abelhas sem-ferrão).

Diferentemente das abelhas eussociais, existe outro grupo, as solitárias, onde uma única fêmea, após seu nascimento e posterior acasalamento faz o trabalho de escavação e fundação do ninho, a construção e o provisionamento (néctar, pólen, óleos) das células de cria, e a defesa do ninho, sem o contato do indivíduo adulto com as suas crias (SILVA et al., 2014).

Entres as abelhas sociais e solitárias existem aquelas que são parasociais ou quasesociais. Esses insetos não apresentam ninhos como muitos indivíduos ou divisão de casta bem definida, mas também não são solitárias que abandonam seus ninhos logo após a oviposição.

Nas espécies de abelhas parasociais, ocorre a sobreposição de geração entre a mãe e sua

cria. Nesse sistema, uma fêmea funda seu ninhos sozinha, constrói as células, bota os ovos, fecha as células e permanece no ninho aguardando o nascimento dos seus descendentes. A fêmea fundadora alimenta suas crias após o nascimento e um tempo depois ela morre.

As novas abelhas que nascem, procuram novos locais para construção de seus ninhos e uma das filhas pode permanecer no ninho da mãe e construir células novas para suas crias, como ocorre em espécies de abelhas do gênero *Xylocopa*.

Os locais onde as essas abelhas constroem seus ninhos são bastante variados, podendo ser encontrados no solo, oco de árvore, colmos de bambu, hastes florais, cavidades pré-existentes (ex.: buracos em rochas, barrancos e paredes) ou ainda em orifícios ou cavidades pré-existentes (ALVES DOS SANTOS, 2002).

Porém, existe um potencial ainda não explorado em sua totalidade para o manejo racional das espécies de abelhas que podem nidificar em cavidades preexistentes. É importante buscar técnicas de manejo em escala desses ninhos visando o incremento das populações em áreas de produção agrícola (CAMILLO, 2003).

Dentre essas abelhas com potencial para o manejo racional em cultivos agrícolas e que podem nidificar em cavidades preexistentes, podemos destacar as abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802. Esse grupo é representado por abelhas de grande porte e que geralmente cavam seus ninhos em madeira morta ou em estado de putrefação (GERLING et al., 1989).

1.2. Bionomia das abelhas do gênero *Xylocopa*

As abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802, pertencem à família Apidae, subfamília Xylocopinae, tribo Xylocopini, (OSPINA, 2000; LEYS et al., 2002), sendo encontradas principalmente nos trópicos e subtropicais (HURD; MOURE, 1963). Pouco menos de 10% das espécies são encontradas nas zonas temperadas (GERLING et al., 1989).

O gênero *Xylocopa* é composto por cerca de 750 espécies, distribuídas no mundo, sendo aproximadamente 50 delas registradas no Brasil (HURD, 1978; SILVEIRA et al., 2002; MOURE, 2008). Várias espécies desse gênero apresentam dimorfismo sexual: o integumento e a pilosidade dos machos são alaranjados e o das fêmeas pretos (HURD, 1978).

Estas abelhas, são popularmente conhecidas como mamangavas de toco ou abelhas carpinteiras, pois nidificam escavando galerias em troncos de árvores mortas, galhos ou qualquer tecido vegetal já relativamente seco, sem fendas ou rachaduras. Para isso constroem galerias com ramificações em troncos ou mourões, e galerias lineares em galhos delgados ou

cavidades pré-existentes como em gomos de bambu (CAMILLO; GARÓFALO, 1982; CAMILLO et al., 1986; CAMILLO, 2003), exceto as do gênero *Proxycopa* que nidificam no solo (SILVEIRA et al., 2002).

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). O provisionamento do ninho é feito por uma fêmea e consiste geralmente de pólen e néctar. As fêmeas são poliléticas, coletando pólen de numerosas espécies de plantas, especialmente em flores com anteras porcidas (BUCHMANN, 1993; SCHLINDWEIN et al., 2003).

A quantidade de células que cada fêmea pode construir, ou seja, o número de indivíduos novos produzidos por fêmea pode variar de acordo com o substrato, que pode ser um fator limitante, nesse caso, podendo esse número variar de 5 a 15 células por fêmea. Após feita a postura, os novos indivíduos podem levar de 45 a 75 dias para emergirem como adultos, com razão sexual não chegando a 1:1, ou seja, sendo produzido uma maior quantidade de fêmeas do que machos (CAMILO, 2003; FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003; PEREIRA; GAROFALO, 2010).

Esses novos indivíduos adultos permanecem no ninho por até 30 dias, sendo alimentado pela abelha mãe. Essa fase onde os novos indivíduos permanecem dentro do ninho, pode estar relacionado com a maturação sexual desses insetos, tornando-se aptos à reprodução ao passar dessa fase. Imediatamente após esse período, os machos são expulsos pela mãe ou irmã mais velha, dirigindo-se aos nichos de recursos tróficos onde o principal objetivo é a cópula. As fêmeas após copuladas, vão em busca de um novo local para a construção do seu próprio ninho e começar um novo ciclo (CAMILO, 2003; FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003; PEREIRA; GAROFALO, 2010).

As abelhas do gênero *Xylocopa* também possuem inimigos naturais e parasitas, dentre os inimigos podemos citar as formigas do gênero *Camponotus* que atacam os ninhos das mamangavas, para construírem os seus ninhos.

Um parasita bastante comum é o coleóptero do gênero *Cissites* (Coleoptera: Meloidae), que parasitam as células de cria dessas abelhas, e ainda fungos, que se alimentam desses indivíduos na fase larval (OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2003; PEREIRA; GAROFALO, 2010).

A alimentação dessas abelhas é composta basicamente de pólen e néctar de espécies de

plantas arbustivas e arbóreas. Para que esse alimento seja garantido é necessária a preservação de áreas com vegetação nativa, que também se beneficiam das abelhas pela polinização. Além das espécies de plantas nativas, muitas espécies cultivadas também dependem das mamangavas para sua polinização. A manutenção da flora no entorno dos cultivos agrícolas é essencial para manter os serviços desses importantes polinizadores.

Dentre as plantas cultivadas que são dependentes das abelhas carpinteiras, a cultura do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é uma das que mais se destaca. Essas abelhas são consideradas os principais polinizadores dos plantios comerciais de maracujá devido as suas características morfológicas e comportamentais, podendo incrementar de 25% a 700% o vingamento dos frutos (CAMILLO, 2003; SILVA et al., 2007).

As abelhas do gênero *Xylocopa* exemplificam bem a necessidade de conservação dos locais de nidificação e da importância dos ecossistemas ao redor dos plantios. No cultivo de maracujá, a prática de deixar tocos em árvores ou introduzi-los na área durante o cultivo ou mesmo providenciar estruturas artificiais, como gomos de bambu e ninhos racionais, pode estimular a nidificação dentro da área de cultivo e aumentar o número de polinizadores nas flores (FREITAS; ALVES, 2008).

No Brasil, as abelhas desse gênero são reconhecidas como polinizadores naturais de uma gama de plantas de importância econômica para a agricultura brasileira como, Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl.), Goiabeira (*Psidium guajava* L.), Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) entre outras. No entanto sua importância é bastante reconhecida e exaltada à cultura do maracujazeiro, sendo essenciais a essa cultura, contribuindo no incremento da produção de frutos e na redução de custos de produção em áreas de cultivo (CAMILLO, 1996; FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2001; PEREIRA-VIEIRA, 2010).

No intuito de elevar satisfatoriamente a população desses polinizadores nas áreas de cultivo de maracujá, estudos vêm sendo realizados visando identificar, principalmente, a distribuição, ocorrência e hábitos de nidificação de espécies de *Xylocopa* (CAMILLO, 2003; BERNARDINO, 2008), mas também na obtenção de dados relativos a quantidade e qualidade da utilização desses polinizadores e o desenvolvimento de técnicas para o manejo racional dessas abelhas (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2001; OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2003; PEREIRA; GARÓFALO, 2010).

O estudo do potencial das mamangavas como polinizadores torna-se importante, principalmente, em ecossistemas frágeis, que sofrem uma acelerada degradação devido à ação antrópica, reconhecer e compreender a eficiência da polinização, ou seja, quais espécies e

famílias de plantas as abelhas utilizam como recurso para sua dieta, bem como os hábitos e locais de nidificação, podem garantir a sobrevivência dos polinizadores e das espécies vegetais nativas.

1.3. A importância das abelhas do gênero *Xylocopa* na polinização de flores do maracujazeiro

Todas as características marcantes de qualidade do fruto do maracujá, como o número de sementes, o peso do fruto, a quantidade e qualidade da polpa para produção de suco, estão correlacionados como a quantidade e qualidade de grãos de pólen depositados no estigma da flor. Dessa forma, a importância de uma transferência adequada de pólen entre flores, no curto período em que os estigmas encontram-se receptivos é essencial para uma boa produção de maracujá (CAMILLO, 2003).

A flor do maracujazeiro embora seja hermafrodita, apresenta vários mecanismos para evitar a autopolinização, dentre eles podemos citar a hercogamia, separação espacial das estruturas reprodutivas, a protandria (liberação do pólen antes da maturação do estigma) e sistemas de autoincompatibilidade (ver SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2014). Portanto, a polinização cruzada nas flores de maracujazeiro é obrigatória e pode ser feita de duas formas: natural e artificial.

Na polinização natural das flores do maracujazeiro as abelhas de médio a grande porte, principalmente as do gênero *Xylocopa*, são os principais polinizadores. Essas abelhas buscam nas flores o néctar usado na sua alimentação e de suas crias. No momento da coleta desse recurso, a abelha toca efetivamente as anteras a flor, ficando o pólen depositado no dorso de seu corpo. Ao pousar em uma flor de outro indivíduo de maracujazeiro, a abelha contata o estigma, efetuando a polinização cruzada (SILVA et al., 2014).

Tanto a quantidade de frutos vingados no maracujazeiro, como a sua qualidade, são influenciados pelo número de visitas das abelhas de grande porte. As mamangavas visitam as flores do maracujazeiro somente para a coleta do néctar e para a manutenção de suas populações, elas precisam também de espécies de plantas que produzem pólen (SILVA et al., 2010). Um aspecto importante estudado por Silva (2009) foi a qualidade do entorno dos cultivos de maracujazeiro. Essa autora mostrou que as abelhas preferem plantas com flores com anteras poricidas para a coleta de pólen, sendo importantes também aquelas com longo período de floração (SILVA et al., 2014).

Dessa forma, a importância da manutenção de abelhas do gênero *Xylocopa* é fundamental para se ter uma boa produção de maracujá e para isso, se faz necessário conhecer a sua bionomia e os recursos ecológicos que elas necessitam para sua sobrevivência. Nesse sentido, conhecer as plantas usadas por essas abelhas na construção dos seus ninhos e na alimentação de adultos e imaturos é o primeiro passo para à criação e manejo dessas abelhas (FREITAS; OLIVIEIRA FILHO, 2001; CAMILLO, 2003; SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2014).

REFERÊNCIAS

- ALVES DOS SANTOS, I. 2002. A vida de uma abelha solitária. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.179; p. 60-62.
- BERNARDINO, A.S. Biologia de nidificação e estratégias de manejo de *Xylocopa ordinaria* e *Xylocopa frontalis* (Hymenoptera: Apidae) no norte do Rio de Janeiro. 2008. 86 folhas. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- BUCHMANN, S. L. Buzz Pollination in Angiosperms. In: BENTLEY, B.; ELIAS, T. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Columbia Univ. Press. Cap. 4, p.73-113., 1993.
- BUCHMANN, S.L.; NABHAN, G.P. **The forgotten pollinators**. Washington: Island Press/Sheawater Books. 292p. 1996.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: I - Nest construction and biological cycle. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42, n. 3, p. 571-582. 1982.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO C.A.; MUCCILLO, G. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in southeastern Brazil: Nest construction and Biological cycle (Hymenoptera, Anthophoridae). **Rev. Brasil. Biol.**, Ribeirão Preto, São Paulo, v.46, n.2, p. 383-393, 1986.
- CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: II ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1996. p. 141-146.
- CAMILLO, E. **Polinização de maracujá**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2003.
- CONSTANZA et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Solomons, USA v. 387, p. 253-260. 1987.

FREITAS, B.M.; OLIVEIRA FILHO, J.H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste. 96p. 2001.

FREITAS, B.M. ALVES, J.E. Effect of number of floral visits by honeybee (*Apis mellifera* L.) in the pollination of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma. **Rev. Ciên. Agron.**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 148-154, 2008.

FREITAS, B. M; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem doce**. São Paulo, n. 80, p.44-46. 2005.

FREITAS, B. M. ; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Rational nesting box to carpenter bees (*Xylocopa frontalis*) in the pollination of passion fruit (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS. v.33, n.6, p.1135-1139, 2003.

FREITAS, B.M.; NUNES-SILVA, P. **Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA et al. **Polinizadores Do Brasil – Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

GERLING, D.; VELTHUIS, H.H.W. & HEFETZ, A. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology**, v. 34: p. 163-190. 1989.

HURD, P.D. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latreille) of the western hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Washington: Smithsonian Institution, 1978.

HURD, P. D. Jr.; MOURE, J. S. A New World subgenus of bamboo nesting carpenter bees belonging to the genus *Xylocopa* Latreille (Hymenoptera: Apoidea). **Ann. Entomol. Soc. Am.** v. 63, p. 809-821, 1963.

LEYS, R.; COOPER, S.J.B.; SCHWARZ, M.P. Molecular phylogeny and a historical biogeography of the large carpenter bees, genus *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae). **Biological journal of the Linnean Society**, v. 77, p. 249-266. 2002.

OSPINA, M. 2000. Abejas carpinteras (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) de la region Neotropical. **Biota Colombia**, Colômbia, v.1, n.3, p. 239-252.

PEREIRA, M. GARÓFALO, C.A. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. **Oecologia Australis**, São Paulo, v.14, n.1, p. 193-209, Março, 2010. Doi:10.4257/oeco.2010.1401.11.

SCHLINDWEIN, C.; SCHLUMPBERGER, B.; WITTMANN, D. & MOURE, J. S. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (hymenoptera, Anthophoridae). **Rev. Brasil. Entomol.**, Rio Grande do Sul, v.47, n. 1, p. 107-118. Edition. Pergamon Press. London, 2003.

SILVA, M.; SCHLINDWEIN, C. & RAMALHO, M. Padrão de forrageio de *xylocopa* (neoxylocopa) ordinaria (hymenoptera, apidae) em ambiente de caatinga, vale do catimbau-

pernambuco. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8. 2007. Caxambu – MG. **Anais...** Caxambu – MG, 2007.

SILVA, C. I. Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de xylocopa (hymenoptera, apidae) e interação com plantas do cerrado sentido restrito no triângulo mineiro. 2009. 151 p. **Tese** (Doutorado em Entomologia.) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

SILVA, C.I., M.A.R. MELLO OLIVEIRA, P.O. A palinologia como uma ferramenta importante nos estudos das interações entre *Xylocopa* spp. e plantas no Cerrado, p. 72-79. In **Anais do IX Encontro Sobre Abelhas**, FUNPEC, Ribeirão Preto, Brazil. 2010.

SILVA, C. I., et al. The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrata* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. **Rev. Biol. Trop.** v. 60, n.4, p. 1553-1565, December. 2012.

SILVA, C. I., et al. Manejo de polinizadores e polinização de flores do maracujazeiro. **Cartilha. Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF. 2014.

SILVA, C. I., et al. Guia ilustrado de abelhas polinizadoras no Brasil. **Cartilha. Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF. 2014.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras**: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002.

SIMPSON B. B.; NEFF, J. L. Evolution and diversity of oral rewards. In: Jones CE, Little RJ, Eds. **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1983.

WESTWICK, C.H. Pollen in Bee-Flower Relations. Some considerations on melittophily. **Rev. Bot. Acta**, v. 109 p. 325 a 332, 1996.

United Nations Environment Programme (UNEP). **Emerging Issues**: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. United Nations Environment Programme, 2010.

YAMAMOTO, M; SILVA, C. I; AUGUSTO, S. C; BARBOSA, A. A. A; OLIVEIRA, P. E. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**, Minas Gerais, v. 40, p. 515-529, 2012.

CAPITULO II

USO DE NINHOS-ARMADILHA NO MANEJO DE *Xylocopa* (HYMENOPTERA: APIDAE) EM CULTIVOS DE MARACUJAZEIRO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

As abelhas do gênero *Xylocopa* são os principais polinizadores de flores do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). Nesse estudo os objetivos foram: i) identificar as espécies de plantas nativas preferencialmente usadas na construção de ninhos por espécies de *Xylocopa*; ii) introduzir ninhos-armadilhas (NAs) e avaliar as taxa de ocupação por espécie de *Xylocopa* em Xylocopário experimental; e; iii) avaliar o efeito da introdução de ninhos povoados por espécie de *Xylocopa* na polinização de flores de maracujazeiro em região semiárida. Foram introduzidos no Xylocopário experimental NAs feitos com plantas nativas e gomos de bambu. Nesses NAs foi avaliada a taxa de ocupação pelas espécies de *Xylocopa*. Posteriormente à ocupação, ninhos de *X. frontalis* (n=9) e *X. cearensis* (n=9) foram transportados para um cultivo de *P. edulis* e avaliado o incremento na taxa de polinização. Os NAs feitos com bambu foram os mais ocupados, principalmente por *X. frontalis* (95%). Com a introdução dos ninhos no cultivo de maracujazeiro, houve um incremento de 68,7% na polinização. *Xylocopa frontalis* mostrou maior capacidade para a polinização em razão do seu tamanho corporal ser compatível com a altura do androginóforo. Portanto, recomenda-se manter um Xylocopário nos cultivos de maracujazeiro com NAs feitos com bambu (*Bambusa vulgaris var vittata* (Scharad. ex J. C. Wendl.)), gameleira (*Ficus adhatodifolia* Scott ex. Spreng.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.), por serem mais atrativos para *X. frontalis*, que é o principal polinizador de flores do maracujazeiro.

Palavras-chaves: abelha - carpinteira. Taxa de nidificação. Incremento na polinização.

ABSTRACT

The *Xylocopa* bees are the main pollinators of passion flowers. The objectives of this study were: i) to identify native plant species preferentially used by *Xylocopa* species to construct nests; ii) to introduce trap-nests (*TN*) and evaluate the occupancy rate by *Xylocopa* species in experimental *Xylocopário* and iii) to assess the effect of introducing nests with a two *Xylocopa* species on passion fruit pollination in the Brazilian semiarid region. *TN* made with native plants and bamboo canes were placed into an experimental *Xylocopário* and evaluated for the occupancy rate by *Xylocopa* species. After occupation, nests of *X. frontalis* (n=9) and *X. cearensis* (n=9) were taken to a passion fruit crop to assess the increase in pollination rate. *TN* made with bamboo were the most occupied, especially by *X. frontalis* (95%). The introduction of nests in the crop resulted in an increase of 68.7% in pollination. *Xylocopa frontalis* proved to be better suited for pollination given the compatibility of its body size with androgynophore height. Thereby, it is recommended to maintain a *Xylocopário* made with bamboo (*Bambusa vulgaris var vittata* (Scharad. ex J. C. Wendl.)), gameleira (*Ficus adhatodifolia* Scott ex. Spreng.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) and timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) in passion fruit crops, as these materials are more attractive to *X. frontalis*, which is the main pollinator of passion flower.

Key words: *Xylocopa*. Rate nesting. Increasing pollination

1. INTRODUÇÃO

As abelhas possuem uma grande variação no seus hábitos de nidificação, utilizando uma gama de substratos para a construção de seus ninhos, tais como solo, madeira, termiteiros, ninhos de outros insetos, cavidades preexistentes, entre outros (ROUBIK, 1989; MICHENER, 2000). Dentre esses locais usados para a nidificação, as cavidades preexistentes, abrigam um grande número de espécies de abelhas e o uso de ninhos-armadilhas (NAs), que simulam tais cavidades, tem sido útil no estudo sobre a bionomia de diversas espécies de abelhas (VIANA et al., 2001; AGUIAR et al., 2005; GAZOLA; GARÓFALO, 2009).

A madeira morta, também usada como ninho-armadilha, possibilitou avanços significativos nos estudos com espécies de *Xylocopa*. Abelhas desse gênero são popularmente conhecidas como mamangavas ou abelhas carpinteiras, devido ao seu comportamento de escavar a madeira para a sua nidificação (CAMILLO; GARÓFALO, 1982; CAMILLO et al., 1986; CAMILLO, 2003; SILVA et al., 2012).

O comportamento das abelhas-carpinteiras tem possibilitado de maneira eficiente o seu manejo em áreas de cultivos de maracujazeiro, com grande potencial para aumentar a sua produção (OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2001; JUNQUEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012, 2014).

Dentre as espécies de plantas usadas como ninhos-armadilhas, o bambu (*Bambusa vulgaris*) tem sido o mais aceito pelas abelhas-carpinteiras (MARCHI; ALVES DOS SANTOS, 2013). Entretanto essa espécie de Poaceae não é nativa e não ocorre em algumas regiões do Brasil, sendo necessário conhecer as espécies de plantas locais que podem ser utilizadas como substratos pelas mamangavas.

Os recursos ecológicos usados pelas abelhas são produtos de uma longa história evolutiva e adaptativa (ROUBIK, 2005; MICHENER, 2007). Dessa forma, para a criação e manejo de *Xylocopa* em diferentes formações vegetais, torna-se necessária a identificação das espécies de plantas que apresentem a mesma equivalência ecológica. No caso de abelhas-carpinteiras, plantas com um lenho de pouca dureza e de fácil decomposição (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003).

Ninhos de *Xylocopa* feitos em madeira de *Pinus* sp e *Eucalyptus* sp. foram usados por Camillo (2003) para avaliar o impacto da introdução dessas abelhas na polinização de flores do maracujazeiro. Esse autor verificou um aumento de mais de 700% na frutificação do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*).

Outro estudo feito para atender a demanda de *Xylocopa* em cultivos de maracujazeiro, foi desenvolvido no Ceará por Oliveira Filho e Freitas (2001), que propuseram um modelo para ninhos racionais, adaptados a partir de colmeia usada para criação de *Apis mellifera*. Nesse modelo proposto, os quadros usados como favos foram trocados por placas retangulares de madeira morta de cajueiro (*Anacardium occidentale*), mostrando-se eficiente. Neste modelo é possível acompanhar todo o processo de construção das galerias, das células de crias, o provisionamento, a postura da fêmea, o desenvolvimento e os ataques dos inimigos e parasitas. Esses autores introduziram esses ninhos racionais em cultivos de maracujazeiro e avaliaram a produção e o vingamento de frutos, encontrando um aumento de 92,3% com a introdução desses ninhos, comparados a polinização natural pelas abelhas silvestres.

Dada a importância de *Xylocopa* na polinização de flores do maracujazeiro e do seu uso nas áreas cultivadas dessa frutífera, esse estudo teve como objetivos: i) identificar as espécies de plantas nativas preferencialmente usadas na construção de ninhos por espécies de *Xylocopa*; ii) introduzir ninhos-armadilhas e avaliar as taxa de ocupação por espécie de *Xylocopa* em Xylocopário experimental; e iii) avaliar o efeito da introdução de ninhos ocupados por essas abelhas na polinização de flores de maracujazeiro cultivado em região semiárida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em três etapas em localidades diferentes, sendo:

1) Busca ativa de ninhos naturais: foram feitas cinco expedições na Floresta Estacional Semidecidual na Serra da Meruoca (FESSM), localizada no município da Meruoca, Ceará (3°35'40.63" S e 40°24'11.91" O). O tipo de clima da região é caracterizado como Aw', quente, úmido e com chuvas no verão (KÖPPEN, 1948). A estação chuvosa é concentrada nos meses de janeiro a abril, estendendo-se até junho e com média anual de 1194,3 mm (CARVALHO, 2013).

Nessas expedições foram feitas buscas ativas de ninhos naturais em espécies de plantas descritas na literatura por serem ocupadas por abelhas *Xylocopa* (OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2001; SILVA et al., 2014). Durante as expedições foram feitas também entrevistas a moradores da região que tinham conhecimento sobre a localização de ninhos já conhecidos. Os ninhos localizados foram marcados e transportados para o Xylocopário para o desenvolvimento da segunda etapa do estudo.

2) Reativação do Xylocopário: Essa etapa foi realizada no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, onde foi feito um inventário das abelhas remanescentes no Xylocopário do Setor de Abelhas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada em ambiente urbanizado no município de Fortaleza, Ceará (4°10'16" S e 40°49'38" O). O clima da região de estudo é classificado segundo Köppen (1948) como tropical quente subúmido, com período chuvoso de fevereiro a julho, os meses mais úmidos sendo abril, maio e junho, a temperatura anual varia entre 24° e 28°C, com precipitação média de 1642,4mm/ano e umidade relativa de 79%.

Durante o processo de reativação do Xylocopário, foram introduzidos os ninhos trazidos da Serra da Meruoca. Além disso, também foram introduzidos ninhos-armadilha (NAs) (n=100) feitos de gomos de bambu (*Bambusa vulgaris* (Scharad. ex J. C. Wendl.)) fechados em uma de suas extremidades pelo próprio nó. Após a reativação do Xylocopário foram feitas inspeções mensais, sempre no final da tarde usando uma lanterna para verificar a presença de abelhas nos ninhos. Também foi feita a limpeza e eliminação de parasitas, como recomendado por Silva et al. (2012; 2014).

3) Efeito da introdução de ninhos de *Xylocopa* spp. na taxa de polinização de flores do maracujazeiro: essa etapa foi feita em um cultivo comercial de maracujá-amarelo correspondente à 1,5 ha na fazenda Xavante, localizada no município de Aracoiaba, Ceará (4°22'16'' S e 38°48'51'' S), situado a 80 km de Fortaleza, capital do estado. O clima do município de acordo com a FUNCEME/IPECE (2012), pode ser classificados como: Tropical Quente Semiárido, pluviosidade média de 1.010,3 mm, com temperatura média variando de 24°C a 26°C e período chuvoso de fevereiro a abril.

O efeito das introdução de ninhos de *X. frontalis* (n= 9) e *X. cearensis* (n= 9). Os ninhos de *X. frontalis* encontravam-se em gomos de bambu e os de *X. cearensis*, em troncos de madeira. Esses ninhos foram colocados na área de cultivo sob uma construção de alvenaria que se distanciava 100 m do plantio de maracujazeiro.

Para avaliar o impacto da introdução das abelhas na taxa de polinização das flores do maracujazeiro esse experimento foi dividido em dois tratamentos: 1) antes da introdução dos ninhos com as abelhas foi feita a avaliação da polinização livre ou natural. Nesse experimento foram marcadas aleatoriamente 362 flores no maracujazeiro e sete dias depois foi feita a contagem e anotação do número de frutos formados; 2) uma semana após a introdução dos ninhos ocupados pelas espécies de *Xylocopa* foram marcadas aleatoriamente 100 flores de maracujazeiro e sete dias após foram contados os frutos formados.

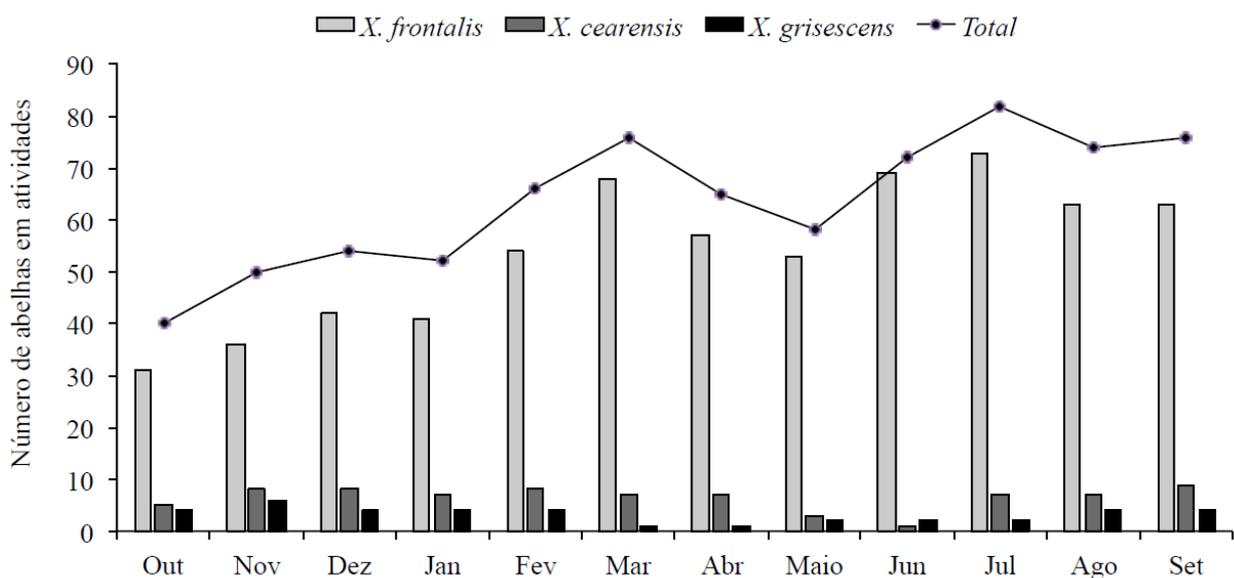
Para avaliação da contribuição de cada espécie de *Xylocopa* utilizada na polinização das flores do maracujazeiro, foram tomadas medidas do tamanho do androginóforo das flores de *P. edulis* (n=50). Para as abelhas, com o auxílio de paquímetro digital, foram tomadas medidas da altura do tórax e da distância intertegulas de cada espécimes (n= 30). Esses indivíduos foram incorporados a coleção entomológica do Laboratório de abelhas da UFC.

3. RESULTADOS

Na Floresta Estacional da Serra da Meruoca foram identificados 10 ninhos ocupados, sendo nove deles por *X. frontalis* em troncos de madeira morta de Cedro (Meliaceae: *Cedrela fissilis* Vell.), Frei Jorge (Boraginaceae: *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab.), Gameleira (Moraceae: *Ficus adhatodifolia* Scott ex. Spreng.), Goiabeira (Myrtaceae: *Psidium guajava*:), Marmeleiro (Euphorbiaceae: *Croton sonderianus*), Mofumbo (Combretaceae: *Combretum leprosum*) Timbaúba (Leguminosae-Mimosoideae: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). Apenas um ninho de *X. grisescens* foi encontrado durante as buscas ativas, sendo este construído em *E. contortisiliquum*. Esses ninhos foram mantidos no processo de reativação do Xylocopário, juntamente com os ninhos remanescentes de *X. cearensis* (n=4) identificados no local durante o início do estudo. Todos os ninhos de *X. cearensis* estavam construídos em *C. leprosum*.

As espécies de *Xylocopa* estudadas estiveram em atividade o ano todo, porém, cada uma delas teve um pico diferente no número de indivíduos em atividades ao longo do ano. Para *X. frontalis* os meses de março, junho e julho foram aqueles nos quais foram observadas mais abelhas em atividade. O pico para *X. cearensis* foi observado em setembro, novembro e dezembro e para *X. grisescens* nos meses de agosto e novembro (Figura 1).

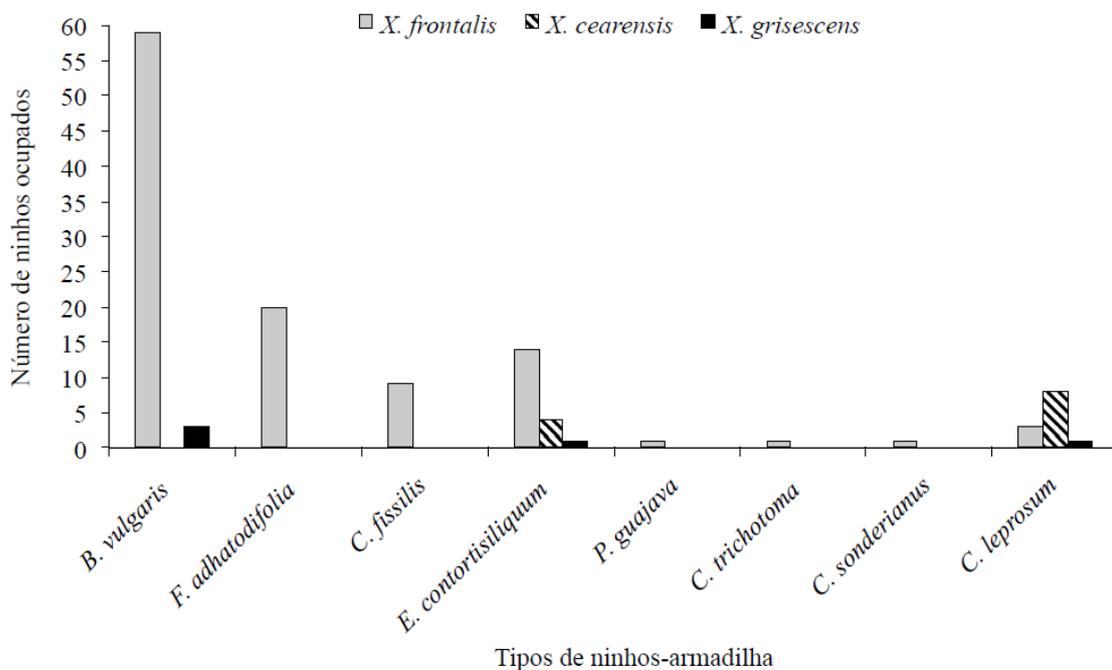
Figura 1. Atividade de nidificação das espécies de *Xylocopa* (*X. frontalis*, *X. grisescens* e *X. cearensis*) no período de outubro de 2014 a setembro de 2015 no Xylocopário da Universidade Federal do Ceará



Fonte: Autor.

Dentre os substratos oferecidos para as abelhas nesse trabalho, os gomos de bambu tiveram uma maior preferência em relação aos outros substratos, porém, 95% das nidificações foram representadas por *X. frontalis*. Entretanto, quando comparada às demais espécies de abelhas, *X. frontalis* também usou outros tipos de substratos. Dos troncos de madeira naturais que foram introduzidos no Xylocopário para a nidificação pelas três espécies de abelhas estudadas, *C. leprosum* e *E. contortisiliquum* foram utilizados pelas três espécies. Sendo *Xylocopa frontalis* a espécie mais abundante em *E. contortisiliquum* (N=14) e *X. cearensis* em *C. leprosum* (N=8), sendo superior as demais espécies (Figura 2).

Figura 2. Tipos de substratos usados na nidificação de abelhas do gênero *Xylocopa* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015.

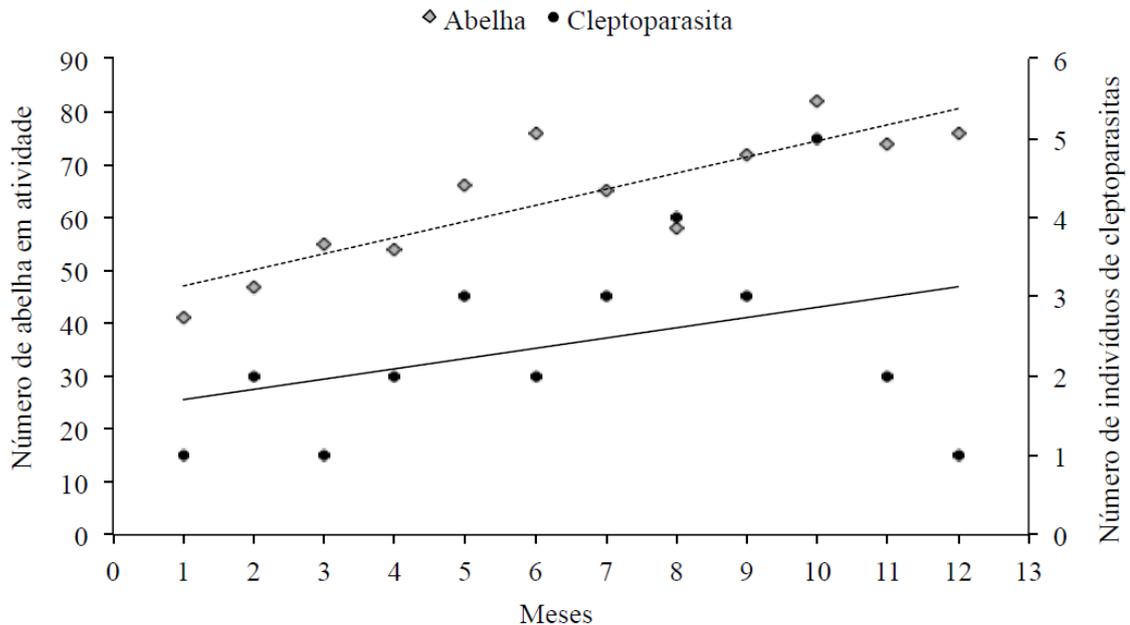


Fonte: Autor.

No presente estudo foram observados dois principais inimigos naturais dessas abelhas, as formigas do gênero *Camponotus* sp. incluídas entre os predadores e se alimentam da provisão fornecida aos imaturos e também de pupas presentes no ninho. Indivíduos do besouro *Meloetyphlus fuscatus* Waterhouse, pertencentes a família Meloidae, foram comumente encontrados nos ninhos das três espécies de *Xylocopa*, principalmente em *X. frontalis*. O número de *M. fuscatus* nos ninhos de *Xylocopa* foi proporcionalmente ao número de abelhas em atividades no Xylocopário, contudo, nos últimos meses de estudo houve um

decréscimo no número de indivíduos, não seguindo uma escala progressiva concomitante ao número de abelhas amostrado (Fig. 3).

Figura 3. Número de cleptoparasitas encontrados nos ninhos durante a atividade de *Xylocopa* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015 no Xylocopário da Universidade Federal do Ceará.



Fonte: Autor.

Em relação ao experimento sobre a introdução dos ninhos de *Xylocopa* no cultivo do maracujazeiro, houve um impacto positivo, com um incremento significativo ($X^2=7,68$ $pX=0,006$), elevando em 67,8% o número de flores polinizadas (Tabela 1).

Tabela 1. Incremento na polinização de flores de maracujazeiro com a introdução de ninhos de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa cearenses*. IF: índice de frutificação.

Tratamento	Flores	Frutos	IF (%)
Controle/Polinização natural	362	69	19,06
Introdução das abelhas	100	32	32,00

Fonte: Autor.

Comparando as duas espécies de abelhas foi verificado que *X. frontalis* foi responsável por esse incremento na polinização, pois apresentaram maior semelhança com a altura do androginóforo das flores de maracujazeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Tamanho do androginóforo de flores e das espécies de *Xylocopa* introduzidas no cultivo do maracujazeiro.

Medidas	Média (mm)	Desvio padrão
Altura do androginóforo (n=50)	13,7	1,36
Distância Intertegular (n=30)		
<i>Xylocopa frontalis</i>	10,06	0,96
<i>Xylocopa cearenses</i>	6,35	0,87
Altura do tórax (n=30)		
<i>Xylocopa frontalis</i>	10,46	0,62
<i>Xylocopa cearenses</i>	6,68	0,4

Fonte: Autor.

4. DISCUSSÃO

Das plantas usadas pelas abelhas *Xylocopa* na Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Meruoca para nidificação, uma espécie do gênero *Cedrella* foi mencionado como substrato de nidificação, porém, nenhum ninho foi encontrado nesta espécie de planta. Em outras regiões do país e até mesmo na região Nordeste foram encontrados ninhos de *Xylocopa* spp. em outras espécies de plantas, tais como *Acosmio bijuga* (Fabaceae), *Agaristha Revoluta* (Ericaceae), *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae), *Terminalia* sp. (Combretaceae) e *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae) (VIANA et al, 2002; BERNARDINO, 2008; FREITAS; ALVES, 2009; MARTINS et al., 2014).

As três espécies de *Xylocopa* estudadas são multivoltinas (CAMILLO; GARÓFALO, 1982, 1986, CAMILLO et al., 1986) e na área estudada estiveram em atividades durante todo o ano, com duas ou mais gerações.

A maior abundância de *Xylocopa frontalis* pode ter sido influenciada pela quantidade de ninhos introduzidos no Xylocopário. O fato delas terem se mantido no local, evidencia a sua capacidade adaptativa ao novo ambiente e à grande plasticidade na utilização de substratos. Essa plasticidade já foi observada para a maioria das abelhas do gênero, onde a preferência por substratos não se relaciona com a taxonomia da planta que é utilizada para a construção de seus ninhos, mas sim as condições da madeira, relacionado à sua dureza e estágio de decomposição, além da circunferência da mesma (Freitas & Oliveira Filho, 2001; Silveira et al., 2002; Ramalho et al. 2009; Junqueira et al., 2012; Silva et al., 2012, 2014). A plasticidade dessa abelha no uso de substratos (SILVEIRA et al, 2002) pode explicar a maior taxa de ocupação.

Enterolobium contortisiliquum, umas das espécies vegetais mais utilizadas por *Xylocopa frontalis* (N=14), sendo superior as demais espécies. Essa madeira apresenta menor dureza quando comparada às outras espécies de plantas identificadas com ninhos de *Xylocopa*. Além disso, os troncos dessa árvore apresentam um diâmetro que favorece o uso da madeira por *Xylocopa* na construção de caixas racionais. Estas são excelentes para o seu manejo, pois, diferentemente do bambu, possibilita a observação interna do ninho e o controle de parasitas (OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2001; SILVA et al. 2014).

As abelhas do gênero *Xylocopa*, em sua maioria de corpo grande e robustas, tem a característica de armazenar alimento em grande quantidade, com alta concentração proteica e energética (SILVA, 2009), tornando seus ninhos atrativos para parasitas e cleptoparasitas (SILVA et al. 2014). Os besouros de *M. fuscatus* são considerados cleptoparasitas

obrigatórios, pois sua associação com *Xylocopa* foi registrada para várias espécies (GERLING, 1989; FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2001). Um fato observado que coincide com a redução desse besouro, esteve relacionado ao comportamento das fêmeas que passaram a retirar larvas e pupas dos besouros de seus ninhos (n=7).

O efeito positivo no incremento do número de flores polinizadas com a introdução de abelhas do gênero *Xylocopa* em plantio de maracujazeiro, corrobora com outros estudos (CAMILO, 2003; FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003). Segundo Yamamoto et al. (2012), espécies de abelhas de grande porte, como *X. suspecta*, *X. grisencens* e *X. frontalis* têm uma maior capacidade de tocar as peças reprodutivas das flores do maracujazeiro. Além disso também são responsáveis pela diminuição da mão-de-obra na produção de maracujá, através da redução dos custos devido a polinização artificial, aumentando a lucratividade dessa cultura. Por esses motivos essas abelhas são consideradas principais polinizadores e muito importantes para essa cultura (PEREIRA VIEIRA et al. 2010).

Nesse estudo foi verificado que *X. frontalis* tem o corpo quase duas vezes maior do que o de *X. cearensis* e dessa forma o incremento observado após a introdução dos ninhos deve-se em parte a introdução dessa espécie de abelha.

5. CONCLUSÕES

O Xylocopário contendo ninhos-armadilha e um correto manejo, principalmente com relação aos inimigos naturais, aumentam significativamente o número de abelhas em atividade ao longo de todo o ano.

A espécie *X. frontalis*, além de apresentar a maior taxa reprodutiva, também mostrou maior plasticidade no uso de substratos para construção de seus ninhos. Entretanto, ficou evidente que essa abelha prefere o bambu para nidificação, sendo portanto, recomendado o seu uso na preparação dos ninhos-armadilha. Na ausência de bambu, recomenda-se o uso da Timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) para a construção de ninhos-armadilha.

Embora *X. cearensis* seja uma espécie emblemática no estado do Ceará, esta espécie não apresenta um tamanho corporal compatível com a altura do androginóforo das flores do maracujazeiro e dessa forma concluímos que *X. frontalis* é a espécie mais adequada para ser manejada nos cultivos de maracujazeiro no semiárido brasileiro, já que o aumento da população destas abelhas promovem um incremento na produtividade dessa frutífera.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. M.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. **Rev. Bras. Zool. Bahia**, v.22, p. 1030-1038, 2005.
- BERNARDINO, A. S.; GAGLIANONE, M. C. Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) in a restinga area in the northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Rio de Janeiro, v.52, p.434-440, 2008.
- CAMILLO, E. **Polinização de maracujá**. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP, 2003.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: nest construction and biological cycle. **Revista Brasileira de Biologia**, v.42, p.571-582, 1982.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A.; MUCCILLO, G. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera: Anthophoridae). **Revista brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.46, n.2, p. 383-393, 1986.
- CARVALHO, A.R. **Normas pluviométricas e probabilidade de safra agrícola de sequeiro no Ceará**. Fortaleza: Tipografia Íris, 2013.
- FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.
- FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.33, p.1135–1139, 2003.
- FREITAS, B. M.; ALVES, J. E. Importância da disponibilidade de locais para nidificação de abelhas na polinização agrícola: o caso das mamangavas de toco. **Mensagem Doce**, v.100, 2009. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo2.htm>> Acesso em: 15 dez. 2015.
- GAZOLA, A. L.; GARÓFALO, C. A. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest fragments of the state of São Paulo, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n.2, p. 607-622, 2009.
- GERLING, D.; VELTHUIS, W. H. D; HEFETZ, A. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. **Rev. Entomol., Palo Alto**, v.34, p.163-190, 1989.
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Perfil Básico Municipal, Fortaleza-CE, 2012.
- HURD, P. D. Jr.; MOURE, J. S. A New World subgenus of bamboo nesting carpenter bees belonging to the genus *Xylocopa* Latreille (Hymenoptera: Apoidea). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 63, p. 809-821, 1963.

- JUNQUEIRA, C.N.; HOGENDOORN, K.; AUGUSTO, S.C. The Use of Trap-Nests to Manage Carpenter Bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), Pollinators of Passion Fruit (Passifloraceae: Passiflora edulis f. flavicarpa). **Entomol. Soc. Am.** v.105, n.6, p. 884–889, 2012.
- KÖPPEN, W. Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra. Publications In: **Climatology**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1948.
- MARCHI, P.; MELO, G. A. R. Biologia de nidificação de *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná. *Oecologia*, v.14, n.1, p. 210-231. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.12>>. Acesso em: 10/12/2015.
- MARCHI, P; ALVES DOS SANTOS, I. As abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille (Xylocopini, Apidae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v.13, n.2, p. 249-269, 2013.
- MARTINS C. F. de et al. Density and Distribution of *Xylocopa* Nests (Hymenoptera: Apidae) in Caatinga Areas in the Surroundings of Passion Fruit Crops. **Neotropical Entomology**, Paraíba, v. 43, p.314-321, 2014.
- MICHENER, C.D. **The bees of the world**. The Johns Hopkins University Press Baltimore, 2000.
- MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore, The Johns Hopkins, 2007. PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. *Oecologia*, v.14, n.1, p. 193-209. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.11>> Acesso em: 10/12/2015.
- RAMALHO, A. V.; GAGLIANONE, M. C.; OLIVEIRA, M. L. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 1, p. 95-101, 2009.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- SILVA, C. I. **Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de xylocopa (hymenoptera, apidae) e interação com plantas do cerrado sentido restrito no triângulo mineiro**. 2009. 151 p. Tese (Doutorado em Entomologia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- SILVA, C. I. et al. The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrata* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. **Revista Biologia Tropical**, v. 60, n.4, p. 1553-1565, 2012.
- SILVA, C. I. et. **Manejo de polinizadores e polinização de flores do maracujazeiro**. Brasília, DF, 2014.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação**. Fundação Araucária, Belo Horizonte, 2002.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLENERT, A. M. P. Solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) in tropical sand dune: diversity and phenology (Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil). **Neotrop. Entomol.** Abaeté, Salvador, Bahia, v.30, p. 245-251, 2001.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; SILVA, F. O. Ecologia de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Iheringia**, Abaeté, Salvador, Bahia, v. 92, p. 47-57, 2002.

YAMAMOTO, M; SILVA, C. I; AUGUSTO, S. C; BARBOSA, A. A. A; OLIVEIRA, P. E. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**, Minas Gerais, v. 40, p. 515-529, 2012.

CAPITULO III
**ANÁLISE DA DIETA DE ABELHAS DO GÊNERO *XYLOCOPA* (HYMENOPTERA,
APIDAE) EM AREA URBANIZADA**

RESUMO

Os centros urbanos fornecem recursos à comunidade de polinizadores que neles vivem ou que habitam seus entornos. Dentre esses polinizadores encontram-se as abelhas do gênero *Xylocopa*, que tem papel fundamental na polinização de plantas nativas e cultivadas, como exemplo, o maracujazeiro. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a amplitude e sobreposição do nicho trófico de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa cearensis* em área urbanizada, localizada no município de Fortaleza-Ceará, de forma a subsidiar a manutenção dessas abelhas em áreas agrícolas. No período de outubro de 2014 a setembro de 2015 foram analisadas fezes depositadas na entrada de ninhos de *X. frontalis* e *X. cearensis* para identificar as espécies de plantas que constituem a dieta de adultos dessas abelhas ao longo do ano. O material polínico foi acetolisado e posteriormente foram feitas análises qualitativa e quantitativa do grãos de pólen. Na dieta de *X. frontalis* e *X. cearensis* foram identificados 26 e 25 tipos polínicos, respectivamente, distribuídos em pelo menos 20 gêneros e 9 famílias. As famílias mais representativas na dieta dessas abelhas foram Leguminosae e Solanaceae. O pólen de *Senna siamea*, *Senna splendida*, *Solanum paniculatum* e *Senna macranthera* foram os mais importantes na dieta de *X. frontalis* e *X. cearensis*, correspondendo a 79,53% do pólen usado na alimentação durante todo o ano. Houve uma sobreposição de 70,31% no nicho trófico de *X. frontalis* e *X. cearenses*. Espécies dos gêneros *Senna* e *Solanum* são comumente encontradas em áreas naturais, sendo portanto recomendado o seu manejo no entorno de cultivos de maracujazeiros para atrair e manter essas abelhas, em especial, *X. frontalis*, que é o principal polinizador para essa cultura.

Palavras chaves: *Xylocopa*. Área urbanizada. Leguminosae. Solanaceae. Pólen.

ABSTRACT

Urban centers provide resources for pollinator community living therein or in their surroundings. Among these pollinators, bees of the genus *Xylocopa* play a key role in the pollination of native and cultivated plants, for example, the passion fruit. In this way, the goal of this study was to evaluate the trophic niche breadth and overlap of *Xylocopa frontalis* and *Xylocopa cearensis* in urban area in the municipality of Fortaleza, State of Ceará, in order to support the maintenance of these bees in agricultural areas. From October 2014 to September 2015, we analyzed feces deposited on the entrance of nests of *X. frontalis* and *X. cearensis* to identify the species of plants that comprise the diet of adults of these bees throughout the year. Pollen was acetolized for later qualitative and quantitative analysis of pollen grains. The diet of *X. frontalis* and *X. cearensis* contained 26 and 25 pollen types, respectively, which were distributed into, at least, 20 genera and 9 families. Leguminosae and Solanaceae were the most representative families in the diet of these bees. Pollen of *Senna siamea*, *Senna splendida*, *Solanum paniculatum* and *Senna macranthera* were the most important in the diet of *X. frontalis* and *X. cearensis*, corresponding to 79.53% of pollen used in feeding throughout the year. There was an overlap of 70.31% between trophic niches of *X. frontalis* and *X. cearensis*. Species of *Senna* and *Solanum* are commonly found in natural areas and thus it is recommended their management in the vicinity of passion fruit crops to attract and keep these bees, in particular *X. frontalis*, which is the main pollinator for this crop.

Key words: *Xylocopa*. Urban area. Leguminosae. Solanaceae. Pollen.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas do gênero *Xylocopa*, são insetos que tem papel essencial no funcionamento de muitos ecossistemas, pois atuam na polinização, e conseqüentemente, na manutenção de populações de espécies de plantas nativas. Além disso, são também polinizadores efetivos em flores de culturas marcadamente importantes no Brasil, como é o caso do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) (FREITAS; ALVES, 2009; IBGE, 2013).

A presença de *Xylocopa* em plantios comerciais de maracujazeiro pode incrementar em até 700% o vingamento dos frutos (CAMILLO, 2003). Contudo, as abelhas de maneira geral, têm diminuído substancialmente sua diversidade e abundância em razão da fragmentação e redução de habitats e outros fatores relacionados à própria agricultura (BALDOCK et al., 2015). Na ausência de *Xylocopa* spp. os produtores são obrigados a contratar mão-de-obra para fazer a polinização manual cruzada nas flores do maracujazeiro (PEREIRA-VIEIRA et al., 2010).

Sabendo disso, estudos vêm sendo feitos para que as *Xylocopa* spp. possam ser manejadas nos cultivos de maracujazeiro e dessa forma garantir os serviços de polinização demandados por essa cultura, que é totalmente dependente de polinização cruzada para a sua produção (OLIVEIRA FILHO; FREITAS, 2003; SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2014).

Um dos primeiros passos para o manejo e a criação de *Xylocopa* spp é conhecer e compreender o nicho trófico dessas abelhas, ou seja, o que os adultos e os imaturos usam em sua dieta (SILVA et al., 2010, 2012). Os recursos florais usados como alimentos dessas abelhas são o pólen e o néctar, que fornecem todos os nutrientes (proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais) necessários, tanto para as larvas, como para os adultos (SILVA, 2009).

As fontes de recursos alimentares utilizados pelas mamangavas podem ser identificadas basicamente de duas formas: 1) por meio de observação direta das abelhas nas flores, e/ou 2) fazendo uma análise do material polínico encontrado no corpo, nos ninhos e nas fezes das abelhas (SILVA et al., 2010). As plantas usadas na alimentação das abelhas podem variar em uma escala espaço-temporal (SILVA, 2009), sendo portanto importante identificar localmente as espécies de plantas que são usadas na sua dieta para que seja possível dessa forma, manejá-las adequadamente (GIANNINI et al., 2013).

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a amplitude e sobreposição do nicho trófico de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa cearensis* em área urbanizada, localizada no

município de Fortaleza-CE, de forma a subsidiar a manutenção dessas abelhas em áreas agrícolas.

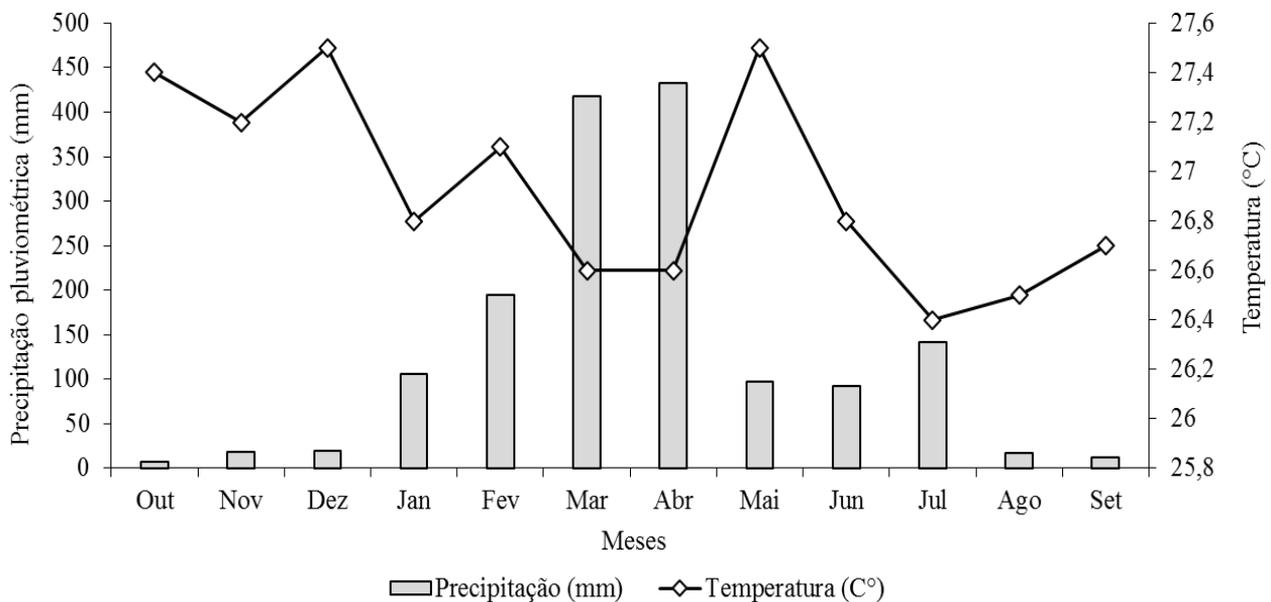
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um Xylocopário experimental do Setor de Abelhas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Fortaleza, Ceará (04°10'16" S e 04°49'38" O). O clima da região é tropical quente subúmido, com um período chuvoso de janeiro a maio. A área de estudo é circundada por uma vegetação característica do Complexo Vegetacional de Zona Litorânea, a Mata de Tabuleiro (IPECE, 2012), e por plantas nativas e exóticas usadas no paisagismo.

Os dados meteorológicos de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, foram adquiridos na estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (Figura 1).

Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal (mm) e temperatura média do ar (°C) no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, entre outubro de 2014 e setembro de 2015.



Fonte: Estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2014/2015.

2.2. Coleta e identificação das plantas usadas na dieta de *Xylocopa*

Para conhecer a diversidade de plantas que fizeram parte da dieta de *X. frontalis* e *X. cearensis*, foram coletadas amostras de fezes em cinquenta ninhos, de cada uma das espécies estudadas, no período de outubro de 2014 a setembro de 2015.

As amostras foram mantidas em tubos falcon contendo álcool 70%. Após 24 horas, o álcool foi descartado, e nessas amostras foram adicionados 4 ml de ácido acético glacial, permanecendo nessa substância até o momento da acetólise (SILVA, 2009). Depois do material polínico acetolizado, para cada amostra foram preparadas lâminas com duplicatas de cada amostra para microscopia óptica, as quais foram observadas e nessas feita a análise qualitativa dos grãos de pólen por meio da identificação por comparação com os grãos de pólen depositados na Palinoteca do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

As análises quantitativas foram feitas a partir dos primeiros 400 primeiros grãos de pólen encontrados em cada amostra, como sugerido por Montero e Tormo (1990). Os percentuais de cada tipo polínico nas amostras foram classificados de acordo com a classificação proposta por Maurizio e Louveaux (1965), utilizando as seguintes categorias: pólen dominante (> 45% do total de grãos), pólen acessório (15-45%), pólen importante isolado (3 - 15%) e pólen ocasional (<3%). As plantas com os grãos de pólen classificados como dominante e também aqueles que ocorreram durante um período de pelo menos seis meses, foram consideradas espécies-chave de plantas usadas para a manutenção de *Xylocopa* spp.

2.3. Análise dos dados

Para avaliar a amplitude do nicho trófico de *X. frontalis* e *X. cearensis* foi calculado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON, 1948). Para saber se as espécies de plantas usadas na alimentação contribuíam de forma uniformemente distribuídas foi calculado o Índice de Equitatividade de Pielou (J') (PIELOU, 1966). Para identificar espécies dominantes na dieta das abelhas foi aplicado o Índice de Dominância de Berger-Parker (D') (MAGURRAN, 2004), que pode indicar seletividade e/ou preferência por determinadas espécies de plantas.

Para avaliar a sobreposição do nicho trófico entre *X. frontalis* e *X. cearensis*, foi usado o Índice de Pianka (PIANKA, 1973). As análises da amplitude do nicho trófico foram feitas no programa estatístico PAST 2.17c (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS

De maneira geral, a análise do material polínico retirado das amostras de *Xylocopa* spp. mostrou que ao longo do período estudado que essas abelhas visitaram 26 e 25 espécies de plantas para *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa cearensis*, respectivamente. Tais espécies vegetais estão distribuídos em 9 famílias botânicas e 20 gêneros.

As famílias Leguminosae e Solanaceae foram as mais representativas na dieta das duas espécies de abelhas, sendo representadas pelos gêneros *Senna* e *Solanum*, respectivamente. Um terceiro gênero, o *Dioclea*, também foi importante, mas somente para *X. cearensis* nos meses de abril e junho.

Quando comparada à amplitude do nicho trófico entre as duas espécies de *Xylocopa*, foi observada uma diferença significativa entre elas ($H'_{X. frontalis}=1,370$; $H'_{X. cearensis}=1,807$; $p<0,05$).

Em 10 meses do ano a dieta de *X. frontalis* foi composta basicamente por *Senna siamea*, que correspondeu a 65,14% de todo o pólen identificado nas amostras. Em abril, *S. siamea* chegou a representar mais de 99% do pólen usado na alimentação de *X. frontalis* (Tabela 1). Quando analisada a dieta de *X. cearensis* foi observado que quatro espécies de plantas, *S. siamea*, *S. splendida*, *S. paniculatum* e *S. macranthera*. foram mais importantes (Tabela 2). Juntas essas espécies corresponderam a 79,53% de todo o pólen usado na alimentação durante todo o ano.

Houve uma sobreposição de nicho de 70,31% entre *X. frontalis* e *X. cearensis*. Das 29 espécies de plantas identificadas na dieta, apenas seis não foram usadas ao mesmo tempo pelas duas abelhas. O tipos polínicos Indeterminado sp4, Indeterminado sp5 e *Momordica charantia* foram identificados somente na dieta e *X. frontalis*, enquanto que *Alternanthera tenela*, *Phaseolus vulgaris* e *Richardia grandiflora* foram encontrados somente na dieta de *X. cearensis*.

Tabela 1. Tipos polínicos identificados na dieta de adultos de *Xylocopa frontalis* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, em área urbanizada no município de Fortaleza, Ceará.

Família	Espécies/Tipos polínicos	2014			2015								%		
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago		Set	
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>		0,08			0,08					0,04			0,02	
Curcubitaceae	<i>Momordica charantia</i>		0,08											0,01	
Indeterminado	sp1		0,50	0,06	0,92	0,25				0,06	0,08			0,13	
	sp2			0,44										0,04	
	sp3			0,06										0,01	
	sp4			0,13										0,01	
	sp5			0,63			0,90						0,45	0,19	
	sp6		1,42	1,56	0,42					0,56	0,04		2,33	0,44	
Leguminosae	<i>Anadenanthera pavonina</i>		0,08											0,01	
	<i>Centrosema brasilianum</i>	0,05		0,50							0,08			0,06	
	<i>Chamaecrista hispidula</i>		0,08			0,67			3,06	0,06			0,33	0,33	
	<i>Crotalaria retusa</i>									19,00				1,58	
	<i>Dioclea grandiflora</i>	3,30		0,06	0,33	1,83	0,45	0,17	3,06	4,38	4,29	11,30	3,33	3,08	
	<i>Clitoria</i> sp			0,13	0,17				1,75					1,67	0,27
	<i>Inga laurina</i>		1,25	0,31											0,10
	<i>Leucaena leucocephala</i>			33,00	2,67										2,92
	<i>Libidibia ferrea</i>						0,45				0,13	0,05			0,07
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	0,50	0,08	0,31	12,50					0,06	0,92	0,05			0,99
<i>Mimosa quadrivalvis</i>		0,17												0,01	

Continuação da tabela 1.

Família	Espécies/Tipos polínicos	2014					2015							%
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
	<i>Senna macranthera</i>	63,50	22,58	0,31	0,92								11,50	8,83
	<i>Senna siamea</i>	26,45	73,42	45,25	67,67	78,75	93,00	99,83	53,44	66,81	66,54	88,15	22,83	65,14
	<i>Senna splendida</i>	1,60	0,08	1,38	3,17		5,05		20,31	9,06	27,75		23,67	8,41
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>					2,17								0,14
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp	1,05	0,17	0,19	1,00	1,25	0,15		3,50		0,13		15,42	1,56
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	3,55		15,69	10,25	15,00			14,88				16,58	5,53
Vitaceae	<i>Cissus sulcicaulis</i>												2,33	0,15
Taxa (S)		8	13	17	11	8	6	2	7	8	10	5	10	26
Índice de Shannon (H')		1,02	0,76	1,32	1,15	0,74	0,32	0,01	1,34	0,98	0,84	0,39	1,89	
Equitatividade (J')		0,49	0,30	0,47	0,48	0,36	0,18	0,02	0,69	0,47	0,36	0,24	0,82	
Índice de Berger-Parker (D)		0,64	0,73	0,45	0,68	0,79	0,93	1,00	0,53	0,67	0,67	0,88	0,24	

Tabela 2. Tipos polínicos identificados na dieta de adultos de *Xylocopa cearensis* no período de outubro de 2014 a setembro de 2015, em área urbanizada no município de Fortaleza, Ceará.

Família	Espécies/Tipos polínicos	2014			2015									%	
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set		
Amarantaceae	<i>Alternanthera tenela</i>							0,08						0,01	
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>		3,50			0,13		0,17						0,16	
Indeterminado	sp1				0,08									0,01	
	sp2			5,50										0,21	
	sp3										6,08			0,70	
	sp4		2,25		0,42									0,13	
Leguminosae	<i>Anandeanthera pavonia</i>	0,25			0,25									0,04	
	<i>Centrosema brasilianum</i>				1,00									0,12	
	<i>Chamaecrista hispidula</i>		0,50						2,38				4,75	0,57	
	<i>Clitoria</i> sp				0,25				0,75					0,09	
	<i>Crotalaria retusa</i>							33,00		42,80	3,00		0,25	12,29	
	<i>Dioclea grandiflora</i>	1,00							0,25					0,06	
	<i>Inga laurina</i>		6,75						2,00					0,41	
	<i>Leucaena leucocephala</i>				10,83								4,75	1,62	
	<i>Libidibia ferrea</i>						0,25	0,33	0,88					0,12	
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>		3,50	2,25	12,50						2,50	8,50	0,92	0,13	2,91
	<i>Mimosa quadrivalvis</i>		0,50												0,02
	<i>Phaseolus vulgaris</i>						0,13							0,38	0,04
	<i>Senna macranthera</i>		72,50	36,50		7,00						0,88		20,00	6,61

Continuação da tabela 2.

Família	Espécies/Tipos polínicos	2014					2015							%
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
	<i>Senna siamea</i>	25,50	46,50	3,25	18,75	45,38	16,50	0,67	32,50	39,75	28,38	92,92	34,50	34,96
	<i>Senna splendida</i>						83,00	32,92	48,13	14,95	49,75		7,38	17,96
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp	0,75			0,08				9,75		1,50			0,90
Rubiaceae	<i>Richardia grandiflora</i>							0,33						0,04
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>			89,00	48,83	54,38		32,50	3,38		8,00		27,75	20,00
Vitaceae	<i>Cissus sulcicaulis</i>						0,25					0,08	0,13	0,03
Taxa (S)		5	8	4	11	4	4	8	9	4	7	4	10	25
Índice de Shannon (H')		0,68	1,28	0,46	1,46	0,71	0,48	1,19	1,32	1,11	1,33	0,29	1,58	
Equitatividade (J')		0,42	0,62	0,33	0,61	0,51	0,35	0,57	0,60	0,80	0,68	0,21	0,69	
Índice de Berger-Parker (D)		0,73	0,47	0,89	0,49	0,54	0,83	0,33	0,48	0,43	0,50	0,93	0,35	

4. DISCUSSÃO

As espécies de abelhas aqui estudadas utilizaram uma grande diversidade de espécies de plantas. Essa diversidade de espécies vegetais é uma característica comum à muitas áreas urbanas, devido principalmente ao fator ornamentação nesses ambientes. Estas plantas incluem espécies que fornecem alimento a esses insetos ao longo de todo o ano. As interações das *Xylocopa* spp. com essas plantas permitiram a identificação de grupos de espécies chave que mantêm as populações dessas abelhas no ambiente, nesse caso no campus do Pici, em Fortaleza-CE.

As análises palinológicas permitiram reconhecer as fontes de recursos florais utilizadas por *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa cearensis* ao longo de todo ano. Abelhas desse gênero apresentam bi ou multivoltismo e reutilização de ninhos pelas fêmeas, permanecendo ativos por um longo período no decorrer do ano (CAMILLO; GARÓFALO 1982; CAMILLO et al., 1986).

As abelhas estudadas, apresentaram um comportamento alimentar generalista, assim como já foi descrito para essas e outras espécies desse gênero (SILVA; VIANA, 2002, BERNARDINO; GAGLIANONE, 2008; SILVA et al., 2010). Apesar disso, as análises polínicas das amostras de fezes coletadas mostraram que essas duas espécies exploram mais intensamente uma pequena fração do total de espécies vegetais disponíveis ao longo ano. Segundo Silva (2009), as espécies vegetais preferencialmente usadas como alimento pelas *Xylocopa* spp pode estar associadas às anteras poricidas. A estreita relação na interação com plantas que possuem anteras poricidas e abelhas que apresentam mecanismo de vibração para a coleta de pólen foi bem descrita por Michener (1962) e Buchmann (1980, 1983).

O número de espécies botânicas efetivamente utilizadas por essas abelhas reflete na associação de espécies vegetais que possuem flores com anteras poricidas e flores potencialmente poliníferas. Essas características são evidentes em um número restrito de famílias botânicas, tais como Leguminosae, Melastomataceae, Ochnaceae e Solanaceae.

Por isso esses grupos taxonômicos importantes para a guilda de polinizadores que apresentam comportamento de “Buzz-pollination”, garantindo assim a sua reprodução, sendo, ao mesmo tempo uma importante fonte de recursos para a manutenção destas abelhas (BEZERRA; MACHADO, 2003; SOUZA et al., 2012; RANIERI et al., 2013).

Dentre as espécies visitadas pelas *Xylocopa* spp., as dos gêneros *Senna* e *Solanum* foram importantíssimas fontes de pólen na dieta desses indivíduos durante todo o período de

florescimento desses táxons genéricos. As espécies *S. siamea*, *S. macranthera*, *S. splendida* e *S. paniculatum*, apresentam morfologia floral capaz de fornecer grandes quantidades de pólen durante o seu ciclo de floração. Isso induz às abelhas do gênero *Xylocopa* e outras abelhas que estão associadas à síndrome da polinização vibrátil a concentrem o seu forrageamento nessas espécies de plantas durante a maior parte do ano, especialmente *S. siamea* e *S. paniculatum*. Com isso estas espécies tornam-se importantes para manutenção desses indivíduos nas áreas onde a oferta de recursos florais é restrita (FORNI-MARTINS et al., 1998; MAIA-SILVA et al., 2012).

No entanto essas abelhas podem visitar espécies de plantas que não apresentam anteras com deiscência poricida como observado por Siqueira et al. (2009), onde foi observada a coleta de pólen em *Crotalaria retusa* para *X. frontalis*.

De uma forma geral, percebeu-se que as plantas nas quais as abelhas coletaram a maior quantidade de pólen, são plantas que possuem características comuns ao uso no paisagismo urbano e estão relacionadas ao constante forrageamento por essas abelhas (VIANA et al., 2002, PINHEIRO; SAZIMA, 2007).

As espécies de plantas que tiveram maior destaque no forrageamento preferencial das duas espécies de *Xylocopa* estudadas pertencem ao substrato arbustivo e são consideradas plantas invasoras e causadoras de danos aos sistemas agrícolas, como por exemplo, *Senna* spp. e *Solanum paniculatum*. Por isso, as plantas destas espécies são constantemente removidas dos entornos de cultivos pelos produtores, reduzindo assim as fontes de recursos utilizados na manutenção das *Xylocopa* spp. Entretanto, a ocorrência dessas plantas é fundamental para a manutenção das populações dessas abelhas tanto em ambientes urbanos como em sistemas agrícolas (SILVA, 2009).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo revelou que as espécies de plantas usadas principalmente para fins ornamentais no ambiente urbano são muito importantes para a manutenção das populações de *Xylocopa* spp. ao longo de todo o ano.

As espécies de *Xylocopa* estudadas são generalistas no uso de recursos florais, concentrando seu forrageamento em espécies de plantas da família Leguminosae, principalmente naquelas do gênero *Senna*. Estas plantas-chave são utilizadas em comum pelas espécies de *Xylocopa*, mostrando uma elevada sobreposição de nicho trófico.

Essas espécies de plantas são altamente importantes para a manutenção dessas espécies de abelhas e por isso recomenda-se mantê-las nas áreas do entorno dos cultivos.

REFERÊNCIAS

- BALDOCK et al. Bee and Pollinators: A Commonwealth Concern. **Technical report** · November. 2015.
- BERNARDINO, A. S.; GAGLIANONE, M. C. Distribuição de ninhos e hábitos de nidificação de *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) em área de restinga no norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Rio de Janeiro, v.52, p.434-440, 2008.
- BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, Pernambuco, v. 17, n. 2, p. 247-257, 2003.
- CAMILLO, E.; GAROFALO, C.A. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil: nest construction and biological cycle. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.42, p.571-582. 1982.
- CAMILLO, E., GARÓFALO, C.A.; MUCCILLO, G. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moore) in southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera: Anthophoridae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.46, p.383-393. 1986.
- ERDTMAN, G. The acetolized method. A revised description. **Sven. Bot. Tidskr.**, v.54, p.561-564. 1960
- FORNI-MARTINS, E. R.; MARQUES, M. C. M.; LEMES, M. R. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 117-124, Aug. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041998000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13/01/2016.
- FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.
- FREITAS, B.M.; OLIVEIRA-FILHO, J.H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Fortaleza, v.33, p.1135-1139, 2003
- FREITAS, B. M.; ALVES, J. E. Importância da disponibilidade de locais para nidificação de abelhas na polinização agrícola: o caso das mamangavas de toco. **Mensagem doce**, São Paulo, n. 100, p. 4-14, 2009. Disponível em <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo2.htm>>. Acesso em: 13/01/2016
- HAMMER Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontological Association. June, 2001.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**.2013. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 13/01/2016
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Perfil Básico Municipal, Fortaleza-CE, 2012.

- KEASAR, T. Large Carpenter Bees as Agricultural Pollinators. **Psyche**, Israel, v. 2010, p.1–7, Article ID 927463, 2010. Doi: [10.1155/2010/927463](https://doi.org/10.1155/2010/927463)
- MAIA-SILVA, C., et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.
- MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004.
- MAURIZIO, A.; LOUVEAUX, J. **Pollens de plantes mellifères d'Europe**. Paris: Union des groupements apicoles français, 1965.
- MONTERO, I.; TORMO, R. Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura. **Ann. Asoc. Pal. Leng. Esp.**, Espanha, v.5, p.71-78. 1990.
- PEREIRA-VIEIRA, P. F. S., et al. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica** Vol. 15: 43-53. 2010.
- PIANKA, E. R. **The structure of lizard communities**. Ann. Rev. Ecol. Syst., v.4, p. 53-74. 1973.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol., v.13, p.131-144, 1966.
- PINHEIRO, M.; SAZIMA, M. Visitantes Florais e Polinizadores de Seis Espécies Arbóreas de Leguminosae Melitófilas na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 447-449, jul. 2007.
- RANIERI, B. D.; SILVEIRA, F. AO; FRANCESCHINELLI, E. V. Biologia floral e comportamento de polinizadores de *Tococa guianensis* Aubl. (Melastomataceae). Instituto de Ciências Biológicas – UFMG. ISSN 1676-6180. 2013.
- SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. The bell system Technical Journal, v, 27, p.379-423, 623-656, July - October, 1948.
- SILVA, F.O.; VIANA, B.F. Distribution of *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) Nests in a Sea Coastal Sand Dune. **Neotropical Entomology**, Abaeté, Bahia, v.31, p. 661-664.
- SILVA, M.; SCHLINDWEIN, C.; RAMALHO, M. Padrão de forrageio de xylocopa (neoxylocopa) ordinaria (hymenoptera, apidae) em ambiente de caatinga, vale do catimbau-pernambuco. Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu – MG. **Anais...** Caxambu – MG: s.n., 2007.
- SILVA, C. I. **Distribuição Espaço-Temporal de Recursos Florais Utilizados por Espécies de Xylocopa (Hymenoptera, Apidae) e Interação com Plantas do Cerrado Sentido Restrito no Triângulo Mineiro**. 2009. 302 folhas. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,2009.
- SILVA, C. I., et al. Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. **Catálogo polínico**. Uberlândia: EDUFU. 2010.

SIQUEIRA, K. M. M., et al. Ecologia da polinização do maracujá amarelo na região do Vale do Submédio São Francisco. **Rev Bras Frutic**, Jaboticabal, São Paulo, v.31, p.1–12. 2009.

SOUZA, I. M.; COUTINHO, K.; FUNCH, L. S. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) HS Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 435-443, 2012.