



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

VALDENIO MENDES MASCENA

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO DA ABELHA
URUÇU DO CHÃO (*Melipona quinquefasciata*).**

FORTALEZA – CEARÁ

2016

VALDENIO MENDES MASCENA

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO DA ABELHA
URUÇU DO CHÃO (*Melipona quinquefasciata*).**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Doutorado da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof. Ph.D. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA – CEARÁ
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M358a Mascena, Valdenio Mendes.
Aspectos bioecológicos de interesse zootécnico da abelha urucu do chão (*Melipona quinquefasciata*). /
Valdenio Mendes Mascena. – 2016.
149 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

1. Comportamento de nidificação. 2. Tipos de colmeias. 3. Atividade de voo. 4. Condições climáticas. 5.
Cleptoparasitismo. I. Título.

CDD 636.08

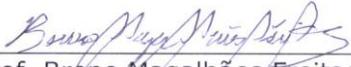
VALDENIO MENDES MASCENA

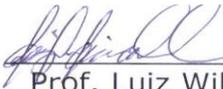
**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE INTERESSE ZOOTÉCNICO DA ABELHA
URUÇU DO CHÃO (*Melipona quinquefasciata*).**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Doutorado da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título Doutor em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: 03/10/2016.

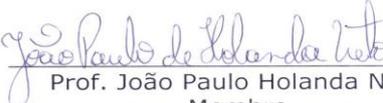
BANCA EXAMINADORA:


Prof. Breno Magalhães Freitas
Orientador
Universidade Federal do Ceará


Prof. Luiz Wilson Lima-Verde
Membro
Universidade Federal do Ceará


Prof. Júlio Otávio Portefa Pereira
Membro

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral


Prof. João Paulo Holanda Neto
Membro

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano-Campus
Ouricuri.

Com muito carinho dedico:

Ao Deus Criador pelo milagre da vida.

À minha maior realização, Maria Valentina de Oliveira Mascena. Sem seus sorrisos, filha querida, jamais teria a força necessária para chegar ao final dessa longa caminhada.

À minha esposa, Luana Alves, pela certeza incondicional que depositou na conquista do trabalho.

Aos meus pais, Maria Mendes e Raimundo Mascena, pelo esforço em educar seus filhos, em nos formar além de bons profissionais, boas pessoas.

À minha irmã, Aldenia Mendes e cunhado, Cicero Almeida, por todo o apoio que me concederam nas melhores e piores horas.

À minha irmã, Valdenia Mendes e sobrinha, Sofia Mendes, pela amizade e amor que me devotaram sem restrições ou condicionamento.

Aos amigos e, agora com certeza, familiares, Selma Carvalho, Raquel Carvalho e Francisco das Chagas Carvalho, que me adotaram por longos dias, contribuindo sem igual para me transformar em uma nova pessoa.

Às amigas abelhas que tornaram esse trabalho possível, apaixonante, intenso e gratificante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Ceará, que através do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, possibilitou a realização da presente tese.

À Capes, pela bolsa de doutorado concedida.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em especial aos Amigos William Brito e Gilmário Agostinho dos Santos e a todos os brigadistas que nos ajudaram na coleta de dados na Casa de Guarda da Santa Rita do ICMBio.

Ao amigo, Gildázio Cipriano, olhos apurados e braços fortes, que possibilitaram encontrar e escavar esse trabalho, descobrindo cada um dos ninhos de urucu do chão que estudamos.

Aos alunos do Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará do Campus do Crato, Janiele Santos de Araújo, Gilmar Amaro Pereira, Ruan Gonçalves Holanda.

À aluna do Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará do Campus de Crateús, Rafaela Dias, por todo o esforço e horas devotadas a esse trabalho.

À professora, amiga e mãe, Maria do Socorro Bezerra Brito Matos, para quem eu não teria palavras de agradecimentos suficientes.

Aos amigos, Selma Carvalho e Francisco das Chagas Carvalho, pela acolhida no seio de seu lar, por ter me tratado como um filho, por terem proporcionado uma construção de conhecimento sem igual sobre as abelhas, sobre a Chapada do Araripe e sobre a vida.

Ao meu orientador, Professor Breno Magalhães Freitas, pelas orientações, conhecimentos transmitidos, amizade, confiança e, principalmente, pelos puxões de orelha que contribuíram sem igual para minha formação.

Ao professor mestre, amigo e incentivador, Társio Thiago Lopes Alves, responsável pelos meus primeiros passos na pesquisa.

Aos professores Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino, Dr. Luiz Wilson Lima-Verde, Dr. Júlio Otávio Portela Pereira, Dr. João Paulo Holanda Neto, pelas valorosas contribuições a esse trabalho.

A todos os colegas do Grupo de Pesquisa em Abelhas, em especial, a Gercy Soares Pinto, Jânio Felix, Elton Melo, Epifânia Rocha e Davi Silva pela amizade, incentivo e grande ajuda.

Ao ajudante voluntário, bolsista, colega, amigo, confidente, companheiro, irmão e compadre Celso Moreira Silva, sem dúvida nenhuma meus braços e pernas, na coleta de ninhos, na coleta de vegetais e na contagem de abelhas, enfim, você construiu essa Tese junto comigo.

Aos amigos, Tony Andreson Guedes Dantas e Damiana Ferreira da Silva Dantas, companheiros que têm recebido minha família e cuidado com carinho e ternura sem igual.

Ao companheiro Joaquim de Oliveira Batista Neto, por suas palavras de força e inspiração.

Aos amigos, Jânio Lima, Yuri Loham Lima, Ricardo Saraiva, Alan Rodrigues, Elvis Alan, Deved Hiuston, Anderson Carlos, Carlo Bertran, Glauiciane Lobo, Nara Thuani, Aniele Santos, Natália Biró que nos momentos em que nada parecia dar certo, foram capazes de iluminar minha alma com sorrisos, abraços e palavras de carinho.

Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação reflexão.

Paulo Freire

RESUMO

A abelha *Melipona quinquefasciata* nidifica no solo e ocorre em áreas do Nordeste brasileiro. Contudo, a sua exploração nessa região ainda é realizada de forma extrativista, sendo poucos os conhecimentos sobre a espécie o que contribui para que essa abelha tornar-se ameaçada. Dessa forma, essa pesquisa objetivou construir conhecimentos científicos que possam ajudar a desenvolver um sistema racional de manejo para *M. quinquefasciata*. Nesse intuito, realizou-se a descrição do comportamento de nidificação da espécie, avaliou-se a influência de condições ambientais e de tipos diferentes de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) na atividade de voo dessa abelha. Além disso, foram identificados seus principais inimigos naturais na área da pesquisa. O estudo foi conduzido de novembro de 2013 a julho de 2015 na Chapada do Araripe, sendo dividido em três experimentos: no primeiro, realizou-se a coleta e avaliação das estruturas dos ninhos silvestres de *M. quinquefasciata*, complementando com informações geradas pelo monitoramento mensal de ninhos manejados em dois meliponários, um localizado em Barbalha-CE (composto por colônias silvestres recém coletadas) e o outro, localizado em Moreilândia-PE (composto por colônias manejadas há três anos), ambos contendo 10 colônias (cinco em caixas de madeira e cinco em potes cerâmicos). No segundo experimento, avaliou-se a influência ambiental e dos tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) sobre a atividade externa das colônias manejadas de *M. quinquefasciata*. Nesse experimento, foram realizadas observações mensais do fluxo de voo das abelhas operárias e coleta de informações climáticas. No meliponário 1, foram acompanhados três colônias em potes cerâmicos e quatro em potes de madeira, enquanto, no meliponário 2, foram acompanhadas cinco colônias em potes cerâmicos e quatro em caixas de madeira. As observações foram realizadas durante cinco dias, sendo cada colônia monitorada por 5 min, em intervalo de uma hora das 5h às 17h, durante 12 meses. Ainda no meliponário 1, coletaram-se a cada hora do dia, ao longo do ano, dados de temperatura e umidade internas das colônias. O terceiro experimento foi conduzido apenas no meliponário 1 e tratou da identificação de inimigos naturais de *M. quinquefasciata*. Durante 12 meses, foram inspecionadas mensalmente dez colônias manejadas. Nessas inspeções as colmeias eram examinadas internamente, quanto à existência de predadores. Bem como foi testada a eficiência de dois tipos de substâncias atrativas de forídeos (vinagre e vinagre+pólen). Para complementar as informações, nas proximidades do meliponário 1, foram também acompanhadas dez colônias silvestres, durante um ano, em intervalos de visita quinzenal, com

o mesmo intuito de identificar predadores. Os principais resultados observados no primeiro experimento foram que a maioria dos ninhos de *M. quinquefasciata* foi localizada formando agrupamentos em área de vegetação rala. O diâmetro interno das torres de entrada foi de $9,68 \pm 1,66$ mm e apresentou o menor coeficiente de variação CV (11,98%) entre as características construtivas dos ninhos silvestres, enquanto, o número médio de potes por ninho foi $54,2 \pm 116,98$ (CV=99,13%) e profundidade média dos ninhos de $1,29 \pm 1,03$ m. Todos os ninhos coletados apresentaram um invólucro externo de batume, todavia a principal diferença no comportamento construtivo observada entre os ninhos silvestres e manejados foi a ausência de invólucro externo nos ninhos manejados. Em ambos os meliponários observou-se, que nos meses mais quentes do ano, os discos de cria foram construídos fora do invólucro de cerume. Os resultados do experimento 2 mostraram que a espécie apresentou atividade de voo entre as temperaturas de $19,6 - 33,5^\circ$ C, umidade de 38,0 - 80,4% e luz de 210 - 20.000 Lux. A temperatura correlacionou-se positivamente com a coleta de néctar/água e negativamente com pólen, acontecendo relação inversa com a umidade. A intensidade de luz influenciou positivamente todos os tipos de coleta da espécie, contudo, os picos de coleta de pólen ocorreram entre 6h e 7h, com temperatura abaixo de 23° C e umidade próxima a 80%. Os picos de coleta de néctar/água ocorreram entre 14h e 16h, com temperaturas próximas de 31° C e umidade em torno de 55%. O fluxo total de entrada de abelhas foi maior do período seco do ano, tanto no meliponário 1 (seco = $2,82 \pm 0,22$; úmido = $1,19 \pm 0,22$) quanto no meliponário 2 (seco = $2,19 \pm 0,31$; úmido $2,17 \pm 0,29$). A média de temperatura interna dos potes cerâmicos e das caixas de madeira foi no período seco, respectivamente, $22,08 \pm 0,31$ e $21,89 \pm 0,29$ e no período úmido $23,34 \pm 0,48$ e $23,20 \pm 0,25$, sendo que os potes cerâmicos apresentaram maior média ($p < 0,01$) do que as caixas de madeira. A média de umidade interna das colmeias também foi maior nos potes cerâmicos, sendo as médias do período úmido para potes e caixas foram, respectivamente, $89,35 \pm 0,94$ e $86,47 \pm 0,11$, enquanto no período seco as médias nos potes foram $87,41 \pm 0,56$ e nas caixas $82,24 \pm 0,74$. Os resultados do experimento 3 mostraram que o número médio de forídeos capturados em armadilhas externas não diferiu ($p > 0,05$) entre as caixas de madeira ($23,31 \pm 3,81$) e potes cerâmicos ($12,40 \pm 1,03$), assim como, o número médio de forídeos capturados internamente também não diferiu ($p > 0,05$) entre as colônias em caixa de madeira ($24,81 \pm 4,18$) e as em potes cerâmicos ($18,96 \pm 3,59$). As armadilhas externas com pólen + vinagre nas caixas de madeira ($48,48 \pm 8,37$) e potes cerâmicos ($35,52 \pm 6,75$) coletaram duas vezes mais forídeos ($p < 0,05$) do que as armadilhas externas apenas com vinagre, tanto nas caixas de madeira ($23,31 \pm 3,81$)

quanto nos potes cerâmicos ($12,40 \pm 1,03$). Assim como, também foram mais eficientes que as armadilhas internas que coletaram em uma média de $24,81 \pm 4,18$ nas caixas de madeira e de $18,96 \pm 3,59$ nos potes cerâmicos. Concluiu-se que o comportamento básico de construção da espécie é alterado quando ela está sob manejo, contudo, essas diferenças não inviabilizam sua criação em colmeias. A atividade de *M. quinquefasciata* é influenciada por variáveis climáticas, disponibilidade dos recursos e o tipo de material utilizado na confecção das colmeias, sendo que os potes cerâmicos proporcionaram melhores condições de ambiência às colônias. Os predadores mais expressivos de *M. quinquefasciata* na área de estudo foram às moscas (Diptera Phorida) e a abelha *Lestrimelitta rufa*, todavia, as armadilhas de forídeos contendo vinagre + pólen foram o meio mais eficiente de controle desta praga.

Palavras Chaves: Comportamento de nidificação, Tipos de colmeias. Atividade de voo. Condições climáticas. Cleptoparasitismo.

ABSTRACT

The *Melipona quinquefasciata* bee nests in the ground and occurs in the Brazilian Northeast areas. However, its exploration in this region still happens in an extractive manner which makes the knowledge about that bee a bit narrow. This has also contributed to the endangerment of that species. Based on that, this research aimed to build up scientific knowledge that can help to develop a rational management system for *M. quinquefasciata*. With this intention, the nesting behavior of this species was described and the influence of environmental conditions and different types of beehives (wooden box and ceramic pot) in the flight activity of this bee was evaluated. It was also identified its major natural enemies in the research area. The study was conducted from November 2013 until July 2015 in the Araripe Plateau and it was divided into three experiments. On the first one, the collect and evaluation of the structures of wild nests of *M. quinquefasciata* was held, supplemented with information generated by the monthly monitoring of nests in two meliponaries. One meliponary was located in Barbalha-CE (with wild colonies recently collected) and the other one was located in Moreilândia-PE (composed of colonies managed for three years). Both of them contained 10 colonies (five in wooden boxes and five in ceramic pots). On the second experiment, the influence of environmental conditions and of the two types of beehives (wooden box and ceramic pot) in the external activity of managed colonies of *M. quinquefasciata* was evaluated. In this experiment, monthly observations of the flight flow of the worker bees were made and weather information was collected. In meliponary 1, three colonies in ceramic pots and four in wooden pots were observed while in meliponary 2, five colonies in ceramic pots and four wooden boxes were observed. The observations were carried out for five days. Each colony was monitored for 5 minutes in one-hour interval between 5a.m. to 5p.m., in a period of 12 months. Still in meliponary 1, data of internal temperature and humidity of the colonies were collected every hour of the day, throughout the year. The third experiment was conducted only in meliponary 1 and aimed at identifying the natural enemies of *M. quinquefasciata*. During 12 months, ten managed colonies were inspected monthly. In these inspections, the hives were checked internally for predators and the efficiency of two types of attractive substances to phorids (vinegar and vinegar + pollen) was tested. For additional information, ten wild colonies were also observed in the surrounds of meliponary 1, for a year, in biweekly visit intervals, with the same goal of identifying their predators. The main results observed in the first experiment were that most of the *M. quinquefasciata* nests were located in clusters in an area of sparse vegetation. The internal diameter of the entrance

towers were $9.68 \pm 1.66\text{mm}$ (CV=11.98%), while the average number of pots per nest was 54.2 ± 116.98 (CV=99.13%) and average depth of $1.29 \pm 1,03\text{m}$ nests. All collected nests had an external bitumen casing. The key difference observed in the constructive behavior between the wild and the managed nests was the absence of external bitumen casing in the managed ones. In both meliponaries, it was observed that, in the warmer months of the year, disks of young bees were built outside the wax casing. The results of the experiment 2 showed that the species had flying activity between temperatures of 19.6 to 33.5 °C, humidity of 38.0 to 80.4% and light $210 - 20,000$ Lux. The temperature was positively correlated with a nectar/water collect and negatively with pollen collect, with an inverse relation with the humidity. The light intensity influenced positively all types of collect of the species, however, the collecting pollen high peak occurred between 6a.m and 7a.m, with temperature under 23 °C and about 80% of humidity. The nectar/water collect high peak occurred between 2p.m and 4p.m, with temperatures close to 31 °C and humidity around 55% . The total flow of bees entrance was higher in the drier periods of the year, in both meliponary 1 (dry = 2.82 ± 0.22 ; damp = 1.19 ± 0.22) and meliponary 2 (dry = $2,19 \pm 0.31$; humid 2.17 ± 0.29). The average internal temperature of the ceramic pots and the wooden boxes was, in the dry period, 22.08 ± 0.31 and 21.89 ± 0.29 , respectively. In the humid period, it was 23.34 ± 0.48 and 23.20 ± 0.25 , respectively. The ceramic pots presented a higher average ($p < 0.01$) than the wooden boxes. The internal humidity average of the hives was also higher in the ceramic pot and the averages of the humid period to both pots and boxes were, respectively, 89.35 ± 0.94 and 86.47 ± 0.11 , while in the dry season averages in pots were 87.41 ± 0.56 and 82.24 ± 0.74 in the boxes. The results of Experiment 3 showed that the average number of phorids captured in external traps was not different ($p > 0.05$) between the wooden boxes (23.31 ± 3.81) and the ceramic pots (12.40 ± 1.03) and the average number of phorids internally captured was not different ($p > 0.05$) among the colonies of wooden box (24.81 ± 4.18) and ceramic jars (18.96 ± 3.59). The external traps with pollen + vinegar in the wooden boxes (48.48 ± 8.37) and in the ceramic pots (35.52 ± 6.75) collected twice as many phorids ($p < 0.05$) as in the traps with vinegar only, both in the wooden boxes (23.31 ± 3.81) and in the ceramic pots (12.40 ± 1.03). Also, they were more efficient than the internal traps that collected an average of 24.81 ± 4.18 in the wooden boxes and 18.96 ± 3.59 in the ceramic pots. It was concluded that the basic construction behavior of the species changes when it is under management. However, these differences do not invalidate its creation in hives. *M. quinquefasciata* activity is influenced by climatic variables, availability of resources and the type of material used in the manufacture

of the hives. The ceramic pots provided better ambience to the colonies. The most significant predators of *M. quinquefasciata* in the study area were the flies (Diptera Phorida) and *Lestrimelitta rufa* bee; however, the traps for phorid containing vinegar + pollen were the most efficient way to control this pest.

Keywords: Nesting behavior, types of hives. Flight activity. Climate conditions. Types of hives. Cleptoparasitism.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
3	ESTRUTURAS DOS NINHOS SILVESTRES E MANEJADOS DE URUÇU DO CHÃO (<i>Melipona quinquefasciata</i>).	52
4	ATIVIDADE EXTERNA DE COLÔNIAS DE <i>Melipona quinquefasciata</i> MANEJADA EM DIFERENTES TIPOS DE COLMEIA.....	83
5	IDENTIFICAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS DE <i>Melipona quinquefasciata</i> EM COLÔNIAS SOB MANEJO.....	115
6	CONCLUSÕES	130
	REFERÊNCIAS	131

1 INTRODUÇÃO

Os insetos compreendem o grupo animal mais abundante e diverso do planeta e ao longo de sua história evoluíram adaptações, que os permitiram o interrelacionamento com várias outras espécies de seres vivos, alcançando grande biomassa e dominando diversos ambientes (GRIMALDI e ENGEL, 2013). Nessa vasta diversidade dos insetos, destacam-se as abelhas, com diferentes comportamentos, capacidade de voar, variados tamanhos, formas e cores. Assim como a íntima relação com as flores, fazendo com que elas povoassem nosso imaginário (MICHENER, 2007), ganhando atenção de célebres pesquisadores, a exemplo de Charles Darwin, que entre 1854 e 1860 descreveu com ajuda dos filhos, rotas de voo das abelhas em seu jardim (FREEMAN, 1968).

O ícone mais popular das abelhas, possivelmente, é o gênero *Apis*, com espécies chamadas popularmente em todo o mundo de abelhas melíferas, reconhecidas pelas colônias populosas, uso milenar na produção de mel e cera (O'TOOLE e RAW, 1991) e pelo importante serviço de polinização agrícola (FREE, 1993; DELAPLANE e MAYER, 2000). No entanto, embora esse gênero seja tão conhecido, constitui apenas uma pequena fração das espécies de abelhas.

Recentemente, uma longa lista de mais de 20.000 espécies foi disponibilizada, entre abelhas sociais e solitárias (ASCHER, J. S. e J. PICKERING, 2015). Outro importante inventário, o Catálogo Moure, reúne informações sobre o número e a distribuição de mais de 5.000 espécies de abelhas neotropicais, evidenciando esta região como responsável por cerca de 25% da biodiversidade mundial de abelhas, porém esse número pode ser até três vezes maior (ROUBIK, 1992; CAMARGO e PEDRO, 2013).

Entre as abelhas neotropicais, destacam-se as Meliponina, conhecidas popularmente por meliponíneos, abelhas indígenas ou abelhas sem ferrão (NOGUEIRA-NETO, 1997). Esse grupo é o mais diverso entre as abelhas eussociais, com diferentes tamanhos formas e comportamentos. As colônias são perenes, com variações populacionais entre as espécies, que também possuem diferentes preferências por substratos e arquitetura de ninhos (MICHENER, 1974; 2007). Essa vasta variação, assim como a necessidade constante de alimento para as colônias, tornaram as abelhas sem ferrão polinizadoras chave das vegetações nativas nos ambientes neotropicais, assim como de algumas culturas agrícolas,

desempenhando importante papel na manutenção da biodiversidade (ROUBIK, 1989; SLAA, *et al.*, 2006; HEARD, 1999).

Essas abelhas têm ainda, tradicionalmente, singular função econômica, social e cultural, principalmente pelo aproveitamento do seu mel e cera (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006). Contudo, esse uso de forma aleatória, aliado ao avanço de práticas humanas não amigáveis, gerou uma pressão negativa a sua manutenção (FREITAS, 2009). Em resposta a essa situação, cresce entre pesquisadores e produtores a preocupação em mitigar essas dificuldades, sendo urgente a identificação das espécies mais vulneráveis e o desenvolvimento de práticas de manejos que possam proporcionar o seu aproveitamento sustentável como forma de garantir sua manutenção.

Dentre as espécies em situação preocupante encontra-se a abelha *Melipona quinquefasciata*, espécie que nidifica no solo, e que foi recentemente relatada ocorrendo naturalmente em áreas do Nordeste brasileiro, ao mesmo tempo em que já é considerada escassa pelas comunidades nativas (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002). Ainda pouco estudada quanto ao seu potencial zootécnico, merece um olhar especial, para que possa ser garantida sua manutenção no habitat natural, assim como o seu aproveitamento econômico de modo sustentável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Considerações gerais sobre o grupo Meliponina

As abelhas do grupo Meliponina, conhecidas popularmente como abelhas sem ferrão, abelhas indígenas ou meliponíneos formam um grupo monofilético de abelhas altamente eussociais (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989; NOGUEIRA-NETO, 1997). A origem do grupo, data possivelmente, do final do Cretáceo no antigo continente Gondwana, alcançando uma distribuição ancestral nas regiões Neotropical, Afrotropical, Indo-Malaia e Australásia (CAMARGO e PEDRO, 1992). Nos dias atuais, a distribuição dessas abelhas é pantropical (Neotropical, Indo-Austrália e África-Madagascar) (MICHENER, 2007; CAMARGO e PEDRO, 2013).

A sua longa e complexa evolução teve como resultado uma vasta diversidade sendo o grupo mais numeroso em espécies entre as abelhas eussociais, com aproximadamente, 400 espécies catalogadas (CAMARGO e PEDRO, 2013). A grande diversidade proporciona ao grupo uma variedade de formas, cores e tamanhos (ROUBIK, 1989; NOGUEIRA-NETO, 1997), com abelhas medindo de 1,8 a 13,5 mm de comprimento (MICHENER, 2007).

Comportamento de nidificação

Essa larga diversidade também resulta em variados comportamentos na escolha dos substratos de nidificação, estando essas diferentes preferências ligadas, principalmente, à defesa da colônia (ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006).

A grande maioria das abelhas sem ferrão constroem ninhos protegidos em ocos pré-existente de tronco de árvores. Existem ainda hábitos de nidificações subterrâneos, em ninhos abandonadas ou ativos de outros insetos, em cavidades de pequenos mamíferos, em falhas do solo, cavidades da decomposição de raízes e em fissuras de rochas. Há também espécies que constroem ninhos aéreos, dentro de cavidades construídas por pássaro em termiteiro, dentro de ninhos de vespas, podem ser também expostos em galhos de árvores, ou mesmo em estruturas construídas pelo homem (SCHWARZ, 1948; NOGUEIRA-NETO,

1997; ALVES *et al.*, 2003; RASMUSSENA, 2004; ROUBIK, 2006; BARETO e CASTRO, 2007; SIQUEIRA *et al.*, 2007; VELTHUIS, *et al.*, 2008; RASMUSSENA e CAMARGO, 2008; BANZIGER, *et al.*, 2011).

A construção desses ninhos são obras de arquitetura animal sofisticada que lançam mão de materiais variados originados das próprias abelhas ou coletadas no ambiente (NOUGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006). Entre os materiais básicos e mais frequentes usados pelas abelhas sem ferrão na construção dos ninhos está a cera produzida pelas operárias, resinas vegetais, restos de plantas, barro e excremento de animais, misturados em proporções diferentes de acordo com a espécie e estruturas construídas (NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006).

Em complemento a esses materiais fundamentais, ocorre a incorporação de exsudados e restos de carcaças animais em decomposição, por algumas espécies (BAUMGARTNER e ROUBIK, 1989; NOLL *et al.*, 1996). São ainda encontrados, principalmente, em estruturas externas excrementos das próprias abelhas com exina de pólen, sementes vegetais e pequenos seixos ou pedras nas entradas dos ninhos (GARCIA *et al.*, 1992; ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006; CAMARGO e PEDRO, 2004; ROUBIK e PATIÑO, 2009).

As entradas dos ninhos são pontos críticos, estando em contato direto com o meio externo e sendo a porta para o fluxo de entrada e saída de qualquer material, tendo seu tamanho, formato e constituição diretamente relacionados à defesa da colônia (COUVILLON *et al.*, 2008, ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006). Em alguns gêneros são praticamente idênticas, em outros são peculiares a cada espécie. Em alguns casos são inconspícuas ou camufladas, constituindo-se de um pequeno orifício na superfície do solo, sem qualquer ornamentação. Nas espécies de *Melipona* são, em sua maioria, ornamentadas com raias que podem identificá-las (CAMARGO e WITTMANN 1989; NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 1992; CAMARGO e PEDRO, 2003; ROUBIK, 2006).

Independente da estrutura de entradas ou dos substratos e materiais utilizados, a construção dos ninhos é de suma importância para a defesa das colônias contra fatores climáticos e inimigos naturais, sendo necessário grande gasto de energia e mão de obra. Mesmo em espécies que constroem ninhos expostos, o trabalho de proteção dos ninhos é realizado inicialmente pela construção de estruturas externas rígidas e fortes (escutellum) (ROUBIK, 1992; ROUBIK e PATIÑO, 2009).

Organização social e comunicação

A necessidade de mão de obra para a construção adequada dos ninhos, assim como para a defesa e o provisionamento das células de crias são pontos decisivos para essas abelhas. Por isso, é importante nas colônias de meliponíneos o maior número possível de operárias disponíveis ao trabalho o que, dependendo da espécie, varia de centenas a milhares de indivíduos. Assim como é condição indispensável o arranjo coeso dessa força de trabalho em torno da necessidade coletiva de perpetuação da espécie, o que é conseguido pela organização social das colônias, que ocorre através das castas e da divisão das atividades, conforme idade (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006).

Em quase todas as espécies de abelhas sociais, as colônias contêm duas castas de fêmeas. A primeira é composta de uma única rainha, morfológicamente diferenciada, que não apresenta estruturas anatômicas para coleta de recursos, mas que se especializa na postura de ovos. A segunda é a casta trabalhadora, composta de operárias, que são responsáveis pelas atividades cotidianas. Existem, ainda, indivíduos do sexo masculino, alguns machos responsáveis pela fecundação das rainhas (MICHENER, 1974; SAKAGAMI, 1982; NOGUEIRA-NETO, 1997).

As operárias das abelhas sem ferrão distribuem suas atividades conforme a faixa etária da idade. As mais jovens são responsáveis pelos cuidados da cria, trabalhos com a cera e cerume, construção e provisionamento de células. As mais velhas ocupam as posições de receptoras e desidratadoras de néctar, guarda e forrageiras (MICHENER, 1974; SAKAGAMI, 1982).

As operárias são, ainda, responsáveis pelo sofisticado sistema de comunicação, que inclui danças, empurrões, sons e pistas olfativas. Esses métodos são usados para o recrutamento de outras abelhas da colônia para a realização de atividades e para a exploração de recursos alimentícios e de nidificação, fornecendo, assim, informações sobre a posição dos recursos e desencadeando a rápida organização de um grande número de forrageiras (KERR, 1969; ROUBIK, 1992; JARAU *et al.*, 2000; HRNCIR *et al.*, 2000; NIEH *et al.*, 2003; NIEH, 2004; NIEH *et al.*, 2004).

Recursos alimentares

Em sua maioria, as espécies de Meliponina usam recursos alimentares de origem vegetal, sendo o néctar, a principal fonte de carboidrato e o pólen a proteica (ROUBIK, 1992; NOGUEIRA-NETO, 1997). A nutrição larval é constituída em grande parte de pólen, além de mel e secreções glandulares das operárias (SIMPSON e NEFF, 1981; ROUBIK, 1992).

O alimento larval é responsável pelo aporte de proteína necessária ao desenvolvimento das crias, sendo a sua disponibilidade um fator chave no desenvolvimento próspero da população das colônias. Por esse motivo, quando os recursos alimentares estão disponíveis, a coleta é contínua e mobiliza grande força de trabalho, objetivando garantir estoques para necessidades futuras (SIMPSON e NEFF, 1981; ROUBIK, 1992; ENGELS e IMPERATRIZ-FONSECA, 1990; VAN VEEN e SOMMEIJER, 2000).

Todavia, algumas exceções ao forrageamento de recursos florais são observadas, como a associação entre abelhas sem ferrão e cochonilhas, em busca da coleta de líquidos açucarados produzida após predação de vegetais (CAMARGO e PEDRO, 2002). Os relatos do consumo de frutas frescas ou em decomposição, em busca de açúcares também são comuns (NOGUEIRA-NETO, 1997; NOLL, *et al.*, 2006. PERUQUETTI *et al.*, 2010).

No caso de fontes proteicas e de sais, ocorre necrofagia facultativa em algumas espécies de Meliponina, sendo comuns os registros de abelhas sem ferrão explorando carcaças animais ou iscas de carnes (BAUMGARTNER e ROUBIK, 1989; SILVEIRA *et al.*, 2005; SANTOS, *et al.*, 2014). Assim como para *Trigona hypogea*, *T. crassipes* e *T. necrophaga* o comportamento necrofágico é obrigatório (ROUBIK, 1982; ROUBIK, 1989; CAMARGO e ROUBIK, 1991; NOGUEIRA-NETO, 1997; MATEUS e NOLL, 2004).

Alguns gêneros de meliponíneos se destacam pelo comportamento cleptobiótico obrigatório como *Lestrimelitta* e *Cleptotrigona* e possivelmente *Trichotrigona*. Essas abelhas não coletam pólen e néctar nas flores, mas roubam de outras colônias de Meliponina, usando de diferentes estratégias o que sugere que tal comportamento evoluiu independentemente nos três grupos (ROUBIK 1989; NOGUEIRA-NETO, 1997; CAMARGO e PEDRO 2007).

As espécies de meliponíneos são altamente sociais e perenes. As colônias tendem a durar mais do que o período de floração de muitas das espécies vegetais individuais, o que poderia se torna um problema para a manutenção das crias e operárias. A solução evolutiva

para que não faltasse o alimento nas colônias, foi a não especialização na coleta de recursos de vegetais específicos tornando-as, assim, generalistas. O hábito generalista e a perenidade permitiram que as operárias forrageassem continuamente, de acordo com a sazonalidade ambiental e necessidade da colônia ao longo do ano (WILLE, 1983; ROUBIK, 1989).

Importância ecológica, social e econômica

Polinização de plantas nativas

Essa necessidade pelos recursos tróficos de origem vegetal, aliada ao complexo sistema de comunicação e a sua ampla diversidade de tamanhos, formas e comportamentos, fizeram com que os meliponíneos, ao longo de sua história evolutiva, alcançassem a capacidade de visitar e coletar alimentos de diversas espécies vegetais. Ao fazerem isso, realizam em contrapartida, a polinização das flores e estreitando assim, uma intensa relação com as vegetações locais (RAMALHO *et al.*, 1990; ROUBIK 1992).

A polinização é a transferência do grão de pólen, (gameta masculina), da antera floral onde é produzido, para o estigma (receptor feminino) da mesma flor, ou para outra flor da mesma planta ou de planta diferente. O objetivo final do processo é assegurar uma próxima geração, sendo necessária a germinação do pólen e consequente fecundação dos óvulos para que seja alcançado (CORBET, *et al.*, 1991; FREITAS e PAXTON, 1996).

O processo da polinização contribui, ainda, para uma maior produção de frutos e sementes, sendo fontes de alimentos para diferentes seres vivos, tornando-se indispensável à manutenção da biodiversidade da terra. Todavia, como os vegetais são sésseis, necessitam de um agente externo intermediário para realizá-la, que pode ser abiótico (vento, água e gravidade) ou animais, sendo as abelhas as principais polinizadoras de ambientes silvestres e cultivados (COSTANZA *et al.*, 1997; KLEIN *et al.*, 2007; POTTS *et al.*, 2010).

Nas regiões tropicais, estima-se que 94% das plantas são polinizadas por animais (OLLERTON, *et al.*, 2011). Nessas regiões, os meliponíneos são as abelhas eussociais mais comuns, realizando um papel importantíssimo na polinização da vegetação nativa e ganhando grande importância na polinização de culturas agrícolas, inclusive em áreas de cultivo protegido (ROUBIK, 1992; HEARD, 1999; COSTANZA *et al.*, 1997; SLAA *et al.*, 2000;

BIESMEIJER *et al.*, 2005; CRUZ *et al.*, 2005; SILVA, *et al.*, 2005; SLAA *et al.*, 2006; BOMFIM *et al.*, 2014).

Polinização de culturas agrícolas

Estudos mostram ainda a importância das abelhas sem ferrão como alternativa eficaz para a polinização de culturas agrícolas em campo (HEARD, 1999; ALVES e FREITAS, 2006, SLAA *et al.*, 2006; VIANA *et al.*, 2014), assim como, em ambientes protegidos a exemplo da mini melancia (BOMFIM *et al.*, 2014), tomate (BISPO DOS SANTOS, *et al.*, 2009; BARTELLI e NOGUEIRA-FERREIR, 2014), pepino (BISPO DOS SANTOS, *et al.*, 2008), pimentão (CRUZ *et al.*, 2005; ROSELINO *et al.*, 2010) e berinjela (NUNES-SILVA, *et al.*, 2013).

Algumas dessas culturas têm em comum a necessidade da vibração das anteras para liberarem o pólen. Neste caso, para que as abelhas possam aproveitar o pólen desses vegetais precisam, durante a coleta, vibrar a musculatura torácica, transmitindo essas vibrações para as anteras, causando ressonância dentro delas e liberando o pólen, realizando, conseqüentemente, a polinização da planta. Esse processo é conhecido pelo termo *buzz pollination*, devido ao zumbido característico do processo. Esse comportamento é encontrado em *Melipona*, mas não é realizado pela maioria das espécies de meliponíneos ou por *Apis*, o que aumenta a importância desse grupo de espécie das abelhas sem ferrão, para a polinização agrícola (BUCHMANN e HURLEY, 1978; BUCHMANN, 1983; HEARD, 1999; SLAA *et al.*, 2006).

A meliponicultura

Além dessa importante função ecológica, ao longo da história do homem, as abelhas sem ferrão receberam atribuições e funções sociais, econômicas e culturais. Por armazenarem considerável quantidade de mel e pólen em seus ninhos e produzirem bastante cerume, o uso de espécies desse grupo tornou-se uma atividade tradicional para comunidades humanas nativas em diversas regiões das Américas, África, Ásia e Austrália. Essas comunidades usavam ou ainda usam esses recursos na alimentação, nas práticas medicinais e

nos rituais religiosos (POSEY, 1983; CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006; KUMAR *et al.*, 2012).

A domesticação das abelhas sem ferrão na América tropical, com o uso de técnicas de manejo, vem desde antes da colonização pelos europeus, quando já eram exploradas pelos povos nativos maias, astecas e brasileiros (POSEY, 1983; RASMUSSEN e CASTILLO, 2003; CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006).

No Brasil, a criação racional de Meliponina foi denominada meliponicultura (NOGUEIRA-NETO, 1997). A meliponicultura evoluiu, principalmente, pela contribuição científica dos professores Paulo Nogueira-Neto e Warwick Estevam Kerr que construíram uma literatura original em português, acessível a criadores e pesquisadores além de terem participado ativamente da orientação de vários outros cientistas que trabalham atualmente no avanço desta atividade (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006).

Como resultado, as abelhas estão entre os organismos mais estudados no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002) e a meliponicultura que vinha sendo ameaçada de desaparecer nas Américas (VILLANUEVA-G *et al.*, 2005), refloresceu no país, especialmente nas regiões Norte e Nordeste com o uso, principalmente, das abelhas do gênero *Melipona* (CONTRERA *et al.*, 2011).

O gênero *Melipona*

O grupo *Melipona* é um dos gêneros taxonômicos mais ricos entre os Meliponina registrando mais de 60 espécies distribuídas em toda a região Neotropical, com maior diversidade na bacia do Amazonas (CAMARGO e PEDRO, 1992; SILVEIRA *et al.*, 2002; CAMARGO e PEDRO, 2013; CAMARGO e VIT, 2013).

Os ninhos desse grupo são construídos tipicamente em cavidades de árvores, mas algumas espécies podem nidificar em ninhos abandonados de outros insetos no subsolo ou em árvores (SAKAGAMI, 1982; NOGUEIRA-NETO, 1997; LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; ROUBIK, 2006; CARVALHO *et al.*, 2014). O quadro ecológico mais aceito para a maioria das espécies de *Melipona* é que elas sejam oportunistas quanto aos tipos de árvores usados para nidificação e não há uma determinação do diâmetro ideal para as diversas espécies (ROUBIK, 1992; ROUBIK, 2006).

Contudo, algumas espécies de *Melipona* parecem ter desenvolvido algum grau de preferência por cavidades de árvores específicas como a observada na vegetação de Caatinga entre *M. subnitida* e troncos de *Commiphora leptophloeos* e *Caesalpinia pyramidalis* (nomenclatura revista para *Poincianella bracteosa*), esta última espécie foi ainda relacionada a um elevado número de nidificação de *M. asilvai* (MARTINS *et al.*, 2004).

Outra importante característica do gênero é que ele o único táxon de Meliponini em que as células de cria são indiferenciadas, sendo as células de rainha, de machos e de operárias de tamanhos iguais (SAKAGAMI, 1982; NOGUEIRA-NETO, 1997). Os fatores de determinação de castas para o grupo possuem aspectos desconhecidos, a explicação mais aceita é que seja regulado por mecanismos genéticos e alimentares (KERR, 1950; KERR *et al.*, 1966; KERR, 1969; JARAU *et al.*, 2010), havendo também indícios de uma possível influência hormonal (BONETTI *et al.*, 1995).

As rainhas de *Melipona* são produzidas constantemente ao longo do ano e seguindo certa proporcionalidade entre o número de operárias (KERR *et al.*, 1966; KERR, 1969). Sendo que em algumas espécies pode haver coexistência entre mais de uma rainha fisogástrica (VELTHUIS, *et al.*, 2001; VELTHUIS *et al.*, 2006; CARVALHO, *et al.*, 2011). Também é possível que operárias realizem postura de ovos que darão origem a machos, dividindo esse trabalho com a rainha (SOMMEIJER *et al.*, 1999; KOEDAM *et al.*, 1999; SOMMEIJER *et al.*, 2003).

No Brasil, embora o uso de espécies de *Melipona* para polinização agrícola venha ganhando atenção por pesquisadores, o principal objetivo da meliponicultura praticada com abelhas desse grupo ainda é a produção de mel. Sendo normalmente, um complemento a outras atividades ou mesmo uma ocupação recreativa, realizada ainda com práticas rudimentares (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006; CONTRERA *et al.*, 2011; VENTURIERI *et al.*, 2011; JAFFÉ *et al.*, 2015).

Um censo recente realizado com meliponicultores de todo o Brasil mostrou que entre as dezenove principais espécies de abelhas sem ferrão criadas no país, figuravam da segunda à quinta posição quatro *Melipona*, sendo elas respectivamente, *M. quadrifasciata*, *M. scutellaris*, *M. fasciculata* e *M. subnitida* (JAFFÉ *et al.*, 2015). Essa última espécie conhecida popularmente como jandaíra, é umas das principais espécies manejadas no Nordeste Brasileiro região tipicamente semiárida (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006).

As colônias de Jandaíra (*M. subnitida*) produzem uma quantidade de mel relativamente maior que outras espécies de abelhas sem ferrão e apresentam um sistema de manejo consolidado, sendo criadas em caixas de madeira racionais, com práticas de extração de mel e divisões de colônias bem definidas (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006). Ratificando ainda mais sua importância, recentemente foi demonstrado que a espécie é resistente a longos intervalos de tempos secos e altas temperaturas (KOFFLER *et al.*, 2015).

Na região Nordeste do Brasil, ocorrem naturalmente quinze espécies de *Melipona*: *M. quadrifascita anthidioides*, *M. asilvai*, *M. fasciculata*, *M. flavolineata*, *M. fuliginosa*, *M. mandacaia*, *M. marginata*, *M. mondury*, *M. puncticollis*, *M. quinquefasciata*, *M. rufiventris*, *M. scutellaris*, *M. seminigra pernigra* e *M. subnitida* (CAMARGO e PEDRO, 2013; PEDRO, 2014).

Entre essas espécies, algumas merecem destaque para a meliponicultura no Nordeste brasileiro como *M. scutellares* manejadas em áreas de matas úmidas, principalmente, na Bahia e Pernambuco. Na Baixada baranhense, *M. fasciculata* e *M. flavolineata* são amplamente manejadas. Na Bahia, *M. asilvai* vem sendo criada para produção de mel e complementação da renda de produtores familiares. Nas áreas semiáridas de vários estados, *M. mandacaia*, *M. quadrifascita anthidioides* e *M. subnitida* são usadas para produção de mel, tendo grande importância em sistemas de agricultura familiar (VENTURIERI *et al.*, 2011).

No entanto, toda essa importância do gênero *Melipona* e os avanços observados na meliponicultura brasileira (VENTURIERI *et al.*, 2011; CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006), não são capazes de assegurar a conservação das espécies. Sendo crescente a preocupação com as perdas dessas abelhas não só no Brasil (KERR, *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2009).

Entre as abelhas sem ferrão na América Latina, três das principais espécies manipuladas pelo homem, são do táxon *Melipona*: *M. beecheii*, *M. compressipes*, *M. scutellaris* (KERR, *et al.*, 2001; VILLANUEVA-G *et al.*, 2005). Sendo imensuráveis os prejuízos causados com grandes perdas dessas espécies (KERR, *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2009; VILLANUEVA-G *et al.*, 2005).

Ameaças antrópicas às abelhas *Melipona*

O declínio, no caso das abelhas sem ferrão, está relacionado a uma série de pressões causadas por ações antrópicas, como a exploração predatória das espécies, o desmatamento desenfreado, as queimadas, e o uso indiscriminado de agrotóxicos (ELTZ *et al.*, 2002; BROSI *et al.*, 2007; FREITAS *et al.*, 2009; JACOB *et al.*, 2012; LOURENÇO *et al.*, 2012).

As espécies pertencentes à *Melipona* parecem ser ainda mais sensíveis às pressões antropogênicas, por dependerem em sua maioria de cavidades de árvores para nidificação. O desmatamento e as queimadas além de provocarem a destruição direta das colônias silvestres dessas espécies contribuem, indiretamente, para sua destruição, à medida que também elimina possibilidades de nidificação e recursos alimentares (BROWN e ALBRECHT, 2001; KERR, *et al.*, 2001).

A dispersão natural dessas abelhas é lenta e relativamente concentrada, tendo em vista que novas colônias são fundadas a distâncias pequenas, dependendo inicialmente da colônia-mãe em relação a materiais e alimentos. Tendo em vista esse comportamento, a eliminação de uma colônia-mãe mais antiga pode representar a morte em cadeia de outra recém-estabelecida, exaurindo aos poucos a diversidade genética de uma localidade. Sendo essa uma ameaça adicional à sobrevivência das espécies (NOGUEIRA- NETO, 1997; ROUBIK, 1992; MICHENER, 2007; CRONIN *et al.*, 2013).

Outro perigo enfrentado por essas espécies é o uso abusivo de agroquímicos, existindo indícios de que algumas dessas abelhas são mais susceptíveis à contaminação que a abelha *Apis mellifera* como é o caso de *Melipona quadrifascita* (DEL SARTO *et al.*, 2014). O que aponta para um sério risco aos meliponíneos em ambientes próximos de cultivo e ao uso na polinização agrícola sem prévia avaliação e planejamento do manejo.

O conjunto desses fatores e a importância desse gênero para regiões tropicais apontam a necessidade de maiores estudos. Mesmo abelhas que nidificam no solo como *Melipona quinquefasciata*, que não dependem de cavidades em tronco para nidificarem, são prejudicadas pelo desmatamento e queimadas à medida que a eliminação das matas representa perda de alimentos, sofrendo ainda com a grande exploração predatória (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; KERR, *et al.*, 2001).

A Uruçu-do-chão (*Melipona quinquefasciata*)

A abelha *Melipona quinquefasciata* é uma das espécies do gênero *Melipona* que requer atenção, pois apresenta ampla distribuição na América do Sul: Colômbia (San José de Isnos e Tambo); Argentina (Misiones); Bolívia (Santa Cruz); Paraguai (Central); Brasil (Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo) (PARRA, 1983; CAMARGO e PEDRO, 2013; PEREIRA *et al.*, 2009).

Até o ano 2002, não havia relatos da presença desta espécie ocorrendo naturalmente no Nordeste brasileiro, quando Lima-Verde e Freitas (2002) registraram-na para o estado do Ceará e possíveis áreas dos estados de Pernambuco e do Piauí, em decorrência dos condicionantes fitogeográficos da Chapada do Araripe incluírem esses dois estados. Mais tarde, Pereira *et al.* (2009) comprovaram, geneticamente, que abelhas encontradas no Ceará e Piauí, pertencentes à espécie *M. quinquefasciata*, não diferiam do padrão genético de material idêntico encontrado no estado do Goiás, no Centro-Oeste brasileiro.

Atualmente, sabe-se que *M. quinquefasciata* no estado do Ceará está restrita às áreas de cerrado, cerradão e caatinga do sedimentar (carrasco), em planaltos e chapadas em altitudes que variam de 600 a 900 m (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002). Com mel considerado bastante saboroso e, por ser muito apreciado pelas comunidades locais, tem seus ninhos explorados de forma extrativista há dezenas de anos, expondo, assim, suas populações ao risco de extinção (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; PEREIRA, 2006; ALVES *et al.*, 2006).

Essa espécie é a única do gênero presente no Nordeste brasileiro que tem a característica peculiar de nidificar sob a superfície do solo, utilizando ninhos abandonados de outros insetos e túneis formados por raízes decompostas que alcançam profundidades variando de alguns centímetros até mais de 4 metros (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; ALVES *et al.*, 2006; VELTHUIS *et al.*, 2008).

De maneira geral, há uma preocupação entre pesquisadores e meliponicultores nas regiões Neotropicais, em virtude do aumento de ameaças que estão prejudicando seriamente as abelhas nativas, em especial as Meliponina, todas direta ou indiretamente relacionadas às atividades humanas, como a fragmentação e perda de habitat, coleta predatória de mel,

invasões biológicas e uso de agroquímicos (FREITAS, 2009). Além disso, possivelmente, já acontece com a distribuição da *M. quinquefasciata* no Brasil, fazendo com que a espécie seja considerada cada vez mais rara em regiões onde há alguns anos era frequente (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002).

No Nordeste brasileiro, a espécie é encontrada, principalmente, em áreas de proteção ambiental no Ceará e Pernambuco, como a Floresta Nacional do Araripe, o que possivelmente, ajuda na sua preservação, mas, não seria suficiente para prevenir sua extinção. Segundo Kerr *et al.* (2001), a salvação de espécies de abelhas não pode ser apoiada, exclusivamente, no estabelecimento de parques e reservas, sendo imperativo o manejo produtivo, com apoio das pesquisas científicas e planos governamentais para a atividade de reflorestamento. Assim, o manejo zootécnico dessas abelhas representaria um importante passo para sua conservação. Contudo, para ser alcançado o aproveitamento racional dessa espécie é necessário transpor algumas barreiras.

Comunidades rurais, tradicionalmente, desenvolvem o extrativismo da espécie visando à coleta de mel (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; RIBEIRO, 2008, ALVES *et al.*, 2006). Existindo indícios de que a espécie pode ser usada como importante produtora de mel. Segundo Kerr *et al.*, (2001), a *M. quinquefasciata* pode armazenar em seus ninhos silvestres de 4 a 5 quilos de mel. O seu mel é de sabor agradável, apresentando-se com cor âmbar claro, denso e pouco ácido, onde, é considerado como fármaco natural e pode alcançar preços que variam de R\$20,00 a R\$30,00 o litro no Ceará (RIBEIRO, 2008).

Todavia, em anos de menor produção pode chegar a alcançar valores superiores entre R\$ 100-150, em feiras livres no Ceará e Pernambuco (informações pessoais). Contudo, ainda são poucas as informações a respeito das espécies vegetais nativas ou culturas agrícolas que ela visita para coleta de recursos, o que indicariam a origem floral do seu mel.

Os poucos registros científicos encontrados sobre seu nicho trófico foram realizados, principalmente, no cerrado, sendo citadas visitas da espécie nas flores das culturas agrícolas do girassol (*Helianthus annuus* L.) (MORGADO *et al.*, 2002) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (PIRES *et al.*, 2014.). Em plantas nativas são citadas na *Senna sylvestris* (CARVALHO e OLIVEIRA, 2003), *Vernonia polyanthes Less* (SABINO *et al.*, 2011) e no cipó-uva (*Serjania lethalis*) (ALVES *et al.*, 2014).

A única avaliação melissopalínológica existente para a urucu-do-chão foi também realizada no cerrado e relata a identificação de 45 tipos polínicos presentes em amostras

retiradas de potes de pólen. Esses pólenes eram oriundos de 22 famílias vegetais: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Caryocaraceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Loranthaceae, Lythraceae, Malvaceae, Mapighiaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myrtaceae, Ochnaceae, Poaceae, Polygalaceae, Sapindaceae, Solanaceae e Vochysiaceae (CALAÇA, 2011).

Além da falta de conhecimento a respeito do nicho trófico dessas abelhas, soma-se o fato da inexistência de uma colmeia padronizada que atenda às necessidades da espécie. Uma das principais dificuldades do manejo zootécnico dos meliponíneos é o desenvolvimento de colmeias racionais que permitam a extração dos produtos das abelhas (mel e pólen) e divisão de colônias, para a expansão do meliponário, sem danos significativos às estruturas internas do ninho. Como existem espécies diferentes, as colmeias devem ser desenvolvidas levando em consideração as especificidades de cada uma, ou de grupos próximos (NOGUEIRA-NETO, 1997; RIBEIRO, 2008; VENTURIERI, 2008a; VENTURIERI, 2008b).

Atualmente, já existem modelos que atendem às necessidades para algumas espécies de melíponas modelo como o Fernando Oliveira/INPA (OLIVEIRA e KERR, 2000), e adaptações destes desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Oriental, usadas para *M. flavolineata* (VENTURIERI, 2008a), *M. fasciculata*, *M. flavolineata*, *M. seminigra*, *M. fuliginosa*, *M. melanoventer*, *M. fulva*, *M. puncticollis*, *Scaptotrigona* sp., *Tetragonisca angustula* e *Plebeia alvarengai* (VENTURIERI, 2008b).

No caso da *M. quinquefasciata*, é necessário ainda resolver uma questão peculiar, a espécie nidifica no subsolo, e o manejo racional de abelhas com esse comportamento não é fácil (RIBEIRO, 2008). A retirada dos ninhos da espécie do habitat natural é um processo delicado e demorado que conta com o uso de ferramentas específicas para limpeza inicial das áreas e escavação direta, tais como facões e enxadas. Sendo ainda, em alguns casos necessários utensílios mais pesados para rompimento e retirada de rochas, como marretas (ALVES *et al.*, 2006).

A coleta de ninhos de *M. quinquefasciata* foi descrita por NOGUEIRA-NETO (1997), como atividade perigosa e árdua, principalmente pelo risco de desmoronamento de terra e demora na coleta, citando um ninho a três metros de profundidade, que levou três dias para ser escavado, mesmo com trabalho de cinco homens.

O acompanhamento do túnel de entrada durante a escavação é de suma importância. O que ajuda na localização dos ninhos e no cuidado para não danificar as estruturas internas, visto que a escavação pode chegar à galeria que aloja o ninho de forma abrupta. Os extrativistas que exploram essa espécie costumam acompanhar os túneis com uso de um cipó flexível e interpretam a profundidade dos ninhos pela presença ou ausência de pelos no corpo das operárias, pois quanto mais profundo o ninho, menor a quantidade de pelos observados no corpo das forrageiras (ALVES *et al.*, 2006).

Na busca, possivelmente, para evitar constantes retiradas de ninhos, algumas iniciativas foram desenvolvidas empiricamente em comunidades tradicionais, como o uso de abrigos sob o solo, em caixas de madeira ou em potes de cerâmica enterrados. Há ainda alternativas de manejo usadas em estudos científicos, que objetivaram a manutenção dos ninhos em caixas racionais manejadas ao nível do solo (FREITAS *et al.*, 2002) ou totalmente enterradas (SÃO THIAGO *et al.*, 2010).

Na Chapada do Araripe, em uma área batizada de Refúgio das Abelhas Paulo Nogueira-Neto, entre os estados de Pernambuco e Ceará. Os experientes meliponicultores, Selma Carvalho, Francisco da Chagas Carvalho e Tertuliano Aires Neto têm desenvolvido um trabalho de proteção da espécie testando materiais diferentes e modelos para confecção de colmeias, tendo apoiado meliponicultores da região e pesquisadores brasileiros e internacionais a construir um conhecimento sólido sobre as *M. quinquefasciata* e outras espécies nativas (CORTOPASSI-LAURINO 2009).

Os resultados desses trabalhos, assim como o conhecimento tradicional, têm demonstrado boas possibilidades para a realização do manejo zootécnico da espécie, embora ainda não exista consenso quanto a um modelo de colmeia para a espécie.

Resolvido o sistema de criação mais adequado para a *M. quinquefasciata*, com certeza despertaria o interesse pela meliponicultura, comum no Brasil, o que impulsionaria a demanda por colônias. Neste caso, poderá ocorrer, também, o deslocamento da produção tradicional de mel para a produção de colônias visando à comercialização, o que já vem acontecendo com outras melíponas, e que inclusive pode representar uma melhora na remuneração dos meliponicultores profissionais (CORTOPASSI-LAURINO, 2006).

A uruçú-do-chão é uma abelha nativa brasileira que apresenta importância ecológica e social para comunidades da região Nordeste, mas que está em risco de desaparecer em localidades do Ceará, onde já foi comum, gerando um ônus difícil de ser

avaliado. Contudo, o manejo dessa espécie de forma sustentável garantiria sua manutenção, e consequentemente, geração de recursos financeiros e ambientais.

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A. e HARDER. L. D. The global stock of domesticated honeybees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**. v.19, n.11. p.915–918. 2009.
- ALEIXO, K. P.; FARIA, L. B.; GARRÓFALO, C. A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SILVA, C. I. Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera; Apidae) in an urban landscape. **Sociobiology**, v. 60, n.3, p. 266-276, 2013.
- ALVES, J. E. e FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.
- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M.; LIMA-VERDE, L. W.; RIBEIRO, M. de F. A urucu-do-chão (*Melipona quinquefasciata*) no Nordeste: extrativismo de mel e esforços para a preservação da espécie. **Mensagem Doce**. n.85. 2006. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/85/artigo2.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.
- ALVES, R. M. de O; CARVALHO, C. A. L; SOUZA, B. A. Arquitetura do ninho e aspectos bioecológicos de *Trigona fulviventris fulviventris* Guerin, 1853 (Hymenoptera: Apidae). **Magistra**, v.15, p. 97-100, 2003.
- ALVES, T. T. L.; MASCENA, V. M.; SILVA, J. N.; FREITAS, B. M.; Diversidade de insetos e frequência de abelhas visitantes florais de *Serjania lethalis* na Chapada do Araripe. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal - PB, v 9, n. 4, p. 112 - 116, 2014.
- ASCHER, J. S. e PICKERING. J. **Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)**. Disponível em: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. 2015. Acesso em 23 de março de 2015.
- BANZIGER, H.; PUMIKONG, S.; SRIMUANG, K. The Remarkable Nest Entrance of Tear Drinking *Pariotrigona klossi* and Other Stingless Bees Nesting in Limestone Cavities (Hymenoptera: Apidae). **Journal Of The Kansas Entomological Society**. v.84, n.1, p. 22–35. 2011.
- BARRETO, L. S. e CASTRO, M. S Ecologia de nidificação de abelhas do gênero *Partamona* (Hymenoptera: Apidae) na caatinga, Milagres, Bahia. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p.137-142, 2007.
- BARTELLI, B. F. e NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination Services Provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p. 510-516. 2014.

- BAUMGARTNER, D. L. e ROUBIK, D.W. Ecology of necrophilous and filth-gathering stingless bees (Apidae: Meliponinae) of Peru. **Journal of the Kansas Entomological Society.**, v.62, p.11-22. 1989.
- BIESMEIJER, J. C e SLAA E. J. Information flow and organization of stingless bee foraging. **Apidologie.** v.35, pp.143-157. 2004.
- BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J.; CASTRO, M.S.; VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Connectance of Brazilian social bees – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica.** v.5, n.1, pp.85-93. 2005.
- BISPO DOS SANTOS, S. A.; ROSELINO, A. C.; HRNCIR, M.; BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, v.8. n.2. pp.751-757. 2009.
- BOMFIM, I, G, A.; BEZERRA, A, D de M.; NUNES, A. C.; DE ARAGÃO, F, A. S.; FREITAS. B. M. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species (Apidae: Meliponini) in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology.** v.61, n.4, p.502-509. 2014.
- BONETTI, A. M.; KERR, W. E.; MATUSITA S. H. Effects of juvenile hormones I, II and III, in single and fractionated dosage in *Melipona* bees. **Revista Brasileira de Biologia.** v.55 n.1, p.113-120. 1995
- BROSI, B. J.; GRETCHEN, C.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. **Ecological Applications.** v.17, p.418–430. 2007.
- BROWN, J. C. e ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. **Journal of Biogeography.** v.28, p.623–634. 2001.
- BUCHMANN, S. L. e HURLEY, J. P. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**, v.72, p.639-657.1978.
- BUCHMANN, S. L. *In*: C.E. JONES e R.J. LITTLE (eds). **Handbook of Experimental Pollination Biology.** Scientific and Academic Editions, Van Nostrand Reinhold, New York. 558p. 1983.
- CALAÇA, P. de S. S. T. Aspectos da biologia de *Melipona quinquefasciata* Lepeletier (Mandaçaia do chão), características físico-químicas do mel, recursos alimentares e leveduras associadas. 2011. 109 p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2011.
- CAMARGO, J. M. F e MENEZES, S. R. P. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. **Apidologie.** v.23, p 509-522. 1992.
- CAMARGO, J. M. F e PEDRO, S. R. M. Mutualistic association between a tiny Amazonian stingless bee and a wax-producing scale insect. **Biotropica.** v.34, p.446–451. 2002.

CAMARGO, J. M. F e PEDRO, S. R. M. Meliponini neotropicais: o gênero *Ptilotrigona* Moure (Hymenoptera, Apidae, Apinae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v.48, n.3, p.353-377, 2004

CAMARGO, J. M. F. e PEDRO, S. R. M. Notas sobre a bionomia de *Trichotrigona extranea* Camargo e Moure (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 51, n.1, p.72-81, 2007.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In MOURE, J. S., URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. 2013. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Jan/12/2015.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e VIT, P. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. In Vit, P.; PEDRO, S.R.M.; ROUBIK D.W. (Eds.), **Pot- Honey: A legacy of stingless bees** (pp. 19-34). New York: Springer. 2013.

CARVALHO, D. A e OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin e Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.319-328. 2003.

CARVALHO, C. A. L. de.; SOUZA, B. de A. DIAS, C. de S.; ALVES, R. M. O. de.; MELO, A. F. de L.; SOARES, A. C. F.; CARVALHO-ZILSE, G. A. Five egg-laying queens in a single colony of brazilian stingless bees (*Melipona scutellaris* Latreille). **Acta Amazonica**. v. 41, n.1, p.123 – 126, 2011.

CARVALHO, A.T.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Register of a new nidification substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): The arboreal nest of the termite *Constrictotermes cyphergaster* nature (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). **Sociobiology**. v.61, n.4. p.428-434. 2014.

CONTRERA, F. A. L.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G. C.; New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.48-51, 2011.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v.72, p. 47–59. 1991.

CORTOPASSI-LAURINO, M. **O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto" Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I. B.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**. v.37, n.2, p.275–92. 2006.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K. NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.

SUTTONK, P.; VAN DEN BELT, MARJAN. The value of the word's service and natural capital. **Nature**, n. 387, p. 253-260.1997.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n.12, p. 1197-1201, 2005.

COUVILLON, M. J.; WENSELEERS, T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NOGUEIRA-NETO, P. RATNIEKS, F. L. W. Comparative study in stingless bees (Meliponini) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. **Journal of Evolutionary Biology**. v. p.194–201. 2008.

CRUZ, D. de O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A. DA SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.40, n.12, pp.1197-1201. 2005.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v.98, pp.260-266, 2005.

DEL SARTO, M. C. L.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; CAMPOS, L. A. O. Differential insecticide susceptibility of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera*. **Apidologie**, v. 45, n. 5, p. 626-636, 2014.

DELAPLANE, K. S. e MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. NEW YORK, NY: CABI Publishing, 2000. p. 364.

ELTZ, T.; BRÜHL, C. A.; VAN DER KAARS, S.; LINSENMAIR, K. E. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. **Oecologia** v.131, p.27–34. 2002.

ENGELS, W. e V. L. IMPERATRIZ-FONSECA, Caste development, reproductive strategies, and control of fertility in honey bees and stingless bees. In: **Social Insects. An Evolutionary Approach to Castes and Reproduction** (W. Engels, Ed.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 167–230. 1990.

FIDALGO, O. e KLEINERT, A. M. P. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lapeletier (Apinae; Meliponini) in Ubatuba, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 1, p. 133–140, 2007.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Londres – Reino Unido: Academic Press, 1993. 684 p.

FREEMAN, R. B. Charles Darwin on the routes of male humble bees. **Bulletin of the British Museum (Natural History) historical series**. v.3. n.6. p. 177-189. 1968.

FREITAS, B. M. e PAXTON, B. M. A comparison of two pollinators: the introduced honeybee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium*

occidentale in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 109-121. 1998.

FREITAS, B. M. e PAXTON, B. M. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319 – 326, 1996.

FREITAS, B. M.; ALVES, J.E.; MESQUITA, F.L.A.; ARAÚJO, Z.B. Adaptação da urucu do chão (*Melipona quinquefasciata*) em colméias de madeira ao nível do solo. In: V Encontro sobre abelhas. 5, Ribeirão Preto. SP. 2002. *Anais...* Ribeirão Preto. SP. 2002. 576p. p.289.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. de M. P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346. 2009.

GALLAI, N., SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**. v.68, p.810–821. 2009.

GARCIA, B. M. V.; DE OLIVERA, M. L.; DE OLIVERA C., L. A. Use of Seeds of *Coussapoa asperifolia magnifolia* (Cecropiaceae) by Stingless Bees in the Central Amazonian Forest (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). **Entomologia Generalis**. p.255 – 258. v. 17 n.4.1992.

GRIMALDI, D. e ENGEL, M, S. **Evolution of the insects**. New York: Cambridge University Press, 755 pp. 2013.

HEARD, R.A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.44, p.183-206,1999.

HRNCIR, M.; JARAU, S.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. Recruitment Behavior in Stingless Bee, *Melipona scutellaris* and *Melipona quadrifasciata*. II. Possible Mechanisms of Communication. **Apidologie**, v. 31, p. 93-113. 2000.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**. v10, n.3. p. 2-21. 2015.

JACOB, C. R. O.; SOARES, H. M.; CARVALHO, S. M.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O. Acute toxicity of fipronil to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 90, n.1, p.69-72, 2012.

JARAU, E.; HRNCIR, M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. Recruitment Behavior in Stingless Bee, *Melipona scutellaris* and *Melipona quadrifasciata*. I. Foraging at Food Sources Differing in Direction and Distance. **Apidologie**, v.31, p.81-91. 2000.

JARAU, S.; VAN VEEN, J. W.; TWELE, R.; REICHLER, C.; GONZALES E. H.; AGUILAR, I.; FRANCKE, W.; AYASSE, M. Workers make the queens in *Melipona* bees: Identification of geraniol as a caste determining compound from labial glands of nurse bees. **Journal of Chemical Ecology**. v.36, n.6, p.565-569, 2010.

KERR, W. E. Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. **Genetics**. v. 35, n. 2, p. 143-152, 1950.

KERR, W.E.; STORT, A.C.; MONTENEGRO, M. J. Importância de alguns fatores ambientais na determinação das castas do gênero *Melipona*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.38, n.1. p.149-168. 1966.

KERR, W. E. Some aspects of the evolution of social bees, **Evolutionary Biology**. v.3, p.119–175. 1969.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; DA SILVA, A. C.; DE ASSIS, M. da G. P.; Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. In Sato, E. e Pires, T. de C. **Parcerias Estratégicas**. Ministério da Ciência e Tecnologia: Centro de Estudos Estratégicos (CEE) n.12, p.20-42. 2001.

KLEIN, A. M., VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London: Proceedings B**. v.274, n.1608, p. 303–313. 2007.

KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Clustered male production by workers in the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponinae). **Insectes sociaux**. v.46, p.387-391, 1999.

KOFFLER, S.; MENEZES, C.; MENEZES, P. R.; KLEINERT, A. de M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. POPE, N.; JAFFÉ, R. Temporal Variation in Honey Production by the Stingless Bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): Long-Term Management Reveals its Potential as a Commercial Species in Northeastern Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v.108, n.3 p. 858 – 867. 2015.

KÖHLER, H. R. e TRIEBSKORN, R. Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the This Population Level and Beyond?. **Science**. v.341, p.759-765. 2013.

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KUMAR, M. S.; SINGH A. J. A. R.; ALAGUMUTHU, G. Traditional beekeeping of stingless bees (*Trigona* sp.) by Kani tribes of Western Ghats, Tamil Nadu, India. **Indian Journal of Traditional Knowledge**. v.11, p.342–345. 2012.

LIMA-VERDE, L. W. e FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**. v.62, n.3, p.479-486, 2002.

LOURENÇO, C. T.; CARVALHO, S. M.; MALASPINA, O.; NOCELLI, R. C. F. Oral toxicity of fipronil isecticide against the stingless bee *Melipona scutellaris* (Latreilli, 1811). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 89, n.1, p.921-924, 2012.

MATEUS, S. e NOLL, F. B. Predatory behavior in a necrophagous bee *Trigona hypogea* (Hymenoptera; Apidae, Meliponini). **Naturwissenschaften**. v.91, p.94–96. 2004.

MARTINS, C. F.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**. v.4, n.2, p.1-8. 2004.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. John Hopkins University Press, Baltimore, Mariland, 2007, p. 913.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees**. Massachusetts: Harvard University Press, 1974.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Pres, 2005. 100p.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras-MG. **Ciênc. agrotec. Lavras-MG**. v.26, p.1167-1177. 2002.

MOURE, J. S; URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. 2008. Online version. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2015.

MURRAY, T. E. KUHLMANN, M. e POTTS, S. G. Conservation ecology of bees: populations species and communities, **Apidologie**, v.40, p. 211–236. 2009.

NABHAN, G. P e BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: G. C. DAILY (ed.). **Nature's service: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington, D.C: Island. p.133-150. 1997.

NIEH, J. C. Recruitment communication in stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Apidologie**, v. 35, p. 159-182. 2004.

NIEH, J. C.; CONTRERA, F. A. L.; RANGEL, J.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Effect of food location and quality on recruitment sounds and success in two stingless bees, *Melipona mandacaia* and *Melipona bicolor*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 55, p.87–94. 2003.

NIEH, J. C.; BARRETO, L. S.; CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Olfactory eavesdropping by a competitively foraging stingless bee, *Trigona spinipes*. **Proceedings of the Royal Society of London: Proceedings B**. v.271, p.1633–1640. 2004.

NOGUEIRA-NETO P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445 p. 1997.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; DA SILVA, C. I.; ROLDÃO, Y. S.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**. v.44, n.5, pp 537-546. 2013.

NOLL, F. B.; ZUCCHI, R.; JORGE, J. A.; MATEUS, S. Food collection and maturation in the necrophagous stingless bee, *Trigona hypogea* (Hymenoptera: Meliponinae). **Journal Of The Kansas Entomological Society**. v.69, p. 287-293.1996.

OLDROYD, B. P. What's Killing American honey bees? **PLoS Biology** v.5. p.1195-1199, 2007.

OLIVEIRA, F.; KERR, W. E. Divisão de uma colônia de japurá (*Melipona compressipes manaosensis*) usando-se uma colméia e o método de Fernando Oliveira. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 10 p. 2000.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; SAM TARRANT. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos** v.120,n. 3,p.321–326, 2011.

O'TOOLE, C. e RAW, A. **Bees of the World**. London: Blandford. 1991. 192p.

PARRA, G. N. Abejas de Colombia : Lista preliminar de algunas espécies de abejas sin aguijón (Hymenoptera : Apidae : Meliponinae). **Revista De Biología Tropical**. v.31, n. 1, p.155-158, 1983.

PEDRO, S. R. M. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.61, n.4. p.348-354. 2014.

PEREIRA, J. O.; FREITAS P. B. M.; JORGE, D. M. M.; TORRES, D.C.; SOARES, C. E. A.; GRANGEIRO, T. B. Genetic variability in *Melipona quinquefasciata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) from northeastern Brazil determined using the first internal transcribed spacer (ITS1). **Genetics and Molecular Research**. v.8, n.2. p641-648. 2009.

PERUQUETTI, R. C.; COSTA, L. da S. M. da.; SILVA, V. S. da.; DRUMOND, P. M. Frugivory by a Stingless Bee (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology** v.39, n.6, p.1051-1052. 2010.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v.14, n.1, p. 266-281. 2010.

PIRES, V. C.; ARANTES, R. C. C.; TOREZANI, K. R. de S.; RODRIGUES, W. A.; SUJII, E. R.; SILVEIRA, F. A. da.; PIRES, C. S. S. **Abelhas em áreas de cultivo de algodoeiro no Brasil**. Brasília, DF : Embrapa, 55 p. 2014.

POSEY, D. A. Keeping of stingless bees by the kayapo' indians of Brazil. **Journal of Ethnobiology**. v.3, n.1, p. 63-73. 1983.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W.E. “Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers.” **Trends in Ecology and Evolution**. v.25, n. 6. p.345–353. 2010.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**. v21, p.469-488. 1990.

RASMUSSEN, C. A Stingless Bee Nesting with a Paper Wasp (Hymenoptera: Apidae, Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. v.77. n.4. p.593-601. 2004.

RASMUSSEN, C.; CASTILLO, P. S. Estudio preliminar de la Meliponicultura o apicultura silvestre em el Perú (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). **Revista Peruana de Entomologia**, v.43, p.159-164, 2003.

RASMUSSENA, C. e CAMARGO, J. M. F. A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona s.s.* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apidologie**, v. 39, p. 102–118, 2008.

RIBEIRO, M. de F. Manejo de urucu do chão (*Melipona quinquefasciata*) no interior do Ceará e Pernambuco. **Mensagem Doce**. n.95. 2008. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/95/artigo1.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

ROUBIK, D.W.; SMITH, B.H.; CARLSON, R. G. Formic acid in caustic cephalic secretions of stingless bee, *Oxytrigona* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Chemical Ecology**. v.13, n. 5. p.1079–1086. 1987.

ROUBIK, D. W. e PATIÑO J. E. M. *Trigona corvina*: An Ecological Study Based on Unusual Nest Structure and Pollen Analysis. **Psyche: A Journal of Entomology**. v. 2009. p.1687-7438 (Online). 2009.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 514 p.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**. v.37, p.124–143. 2006.

ROSELINO, A.C. S.; SANTOS, A. B. DOS.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociências**. v.8, n. 2, p. 154-158, 2010.

SABINO, W. DE O.; FERREIRA, R. DE P.; ANTONINI, Y. A apifauna do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais. **Revista MG.BIOTA**, Belo Horizonte, MG. v.3, n.6., 2011.

SAKAGAMI, S. F. Stingless bees. In: HERMANN, H. R. (Ed.). **Social Insects**. London: Academic Press, v.3. p. 361-423. 1982.

SANTOS, W. E.; CARNEIRO, L.T.; ALVES, A. C. F.; CREÃO-DUARTE, A. J.; MARTINS, C. F. Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) Attracted to Animal Carcasses in the Brazilian Dry Forest and Implications for Forensic Entomology. **Sociobiology** v.6, n.4, p.490-493. 2014.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BOMFIM, I. G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) Ducke como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n.3, p. 386-390, 2005.

SÃO THIAGO, P. DE S.; BASTOS, E. M. A. F.; SABINO, W. DE O.; SILVEIRA, M. A.; ANTONINI, Y. Ecologia da nidificação de Mandacaiá-do-chão (*M. quinquefasciata*) no Parque Estadual Veredas do Peruáçu. **MG.BIOTA**, Belo Horizonte, v.3, n.2, p4-14. 2010.

SCHWARZ, H. F. The stingless bees (Meliponinae) of the Western Hemisphere. **Bull. Amer. Nat. Hist.** v.90, p.136-146, 1948.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária. 2002. p. 253.

SIMPSON, B. B. e NEFF, L. J. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.68, p.301-322. 1981.

SIQUEIRA, E. L.; MARTINES, R. B.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em uma Região do Rio Araguari, Araguari-MG. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n.1, p 38-44, 2007.

SLAA, E. J.; SÁNCHEZ CHEZ, L. A.; MALAGODI-BRAGA.; HOFSTEDTE, F. E.; Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**. v.37, p. 293-315. 2006.

SLAA, E. J.; SANCHEZ L. A.; SANDÍ M.; SALAZAR, W.; A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures, **Apidologie**. v.31, p.141–142. 2000.

SOMMEIJER, M. J. **Beekeeping with stingless bees: a new type of hive**. v.80, n.2. p.70-79. 1999.

SOMMEIJER, M. J.; CHINH, T. X.; MEEUWSEN, F. Behavioural data on the production of males by workers in the stingless bee *Melipona favosa* (Apidae, Meliponinae). **Insectes sociaux**. v.46, n.1, p.92-93, 1999.

SOMMEIJER, M. J.; BRUIJN, L. L. M. de.; MEEUWSEN, F. J. A. J.; MARTENS, E.P. Natural patterns of caste and sex allocation in the stingless bees *Melipona favosa* and *M. trinitatis* related to worker behaviour. **Insectes sociaux**. v.50, p.38–44. 2003.

VAN VEEN, J. W. e SOMMEIJER, M. J. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**. 47 p. 70–75. 2000.

VAN VEEN, J. W.; ARCER ARCE, H. G.; SOMMEIJER, M. J. Production of queens and drones in *Melipona beecheii* (Meliponini) in relation to colony development and resource availability. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society**. v.15, p. 35-39, 2004.

VAN VEEN, J. W. e SOMMEIJER, M. J. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**. v.47, p. 70-75, 2000.

VELTHUIS, H. H. W.; ROELING, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Repartition of reproduction among queens in the polygynous stingless bee *Melipona bicolor*. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society**. v.12, p.45-49. 2001.

VELTHUIS, H. H. W.; VRIES, H. De; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The polygyny of *Melipona bicolor*: scramble competition among queens. **Apidologie**. v.37, p.222-239. 2006.

VELTHUIS, H. H. W.; CORTOPASSI LAURINO, M.; CHAGAS, F. The nest of the Brazilian stingless bee *Melipona quinquefasciata*. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society**.v.19, p 23-29. 2008.

VENTURIERI, G, C. **Caixa para a Criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900. Comunicado Técnico 212.** Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA. 8p. 2008a.

VENTURIERI, G, C. **Contribuições para a Criação Racional de Meliponíneos Amazônicos. Documentos, 330.** Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA. 26p. 2008a.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. A.; VILLAS-BOAS J. K.; CARVALHO, C. A. L.; MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, F. A. L.; CORTOPASSI-LAURINO M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA V.L., Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. editors. **Polinizadores no Brasil contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: EDUSP; 2011.

VIANA, B. F.; COUTINHO, J. G. da E.; GARIBALDI, L. A.; GASTAGNINO G. L. B.; GRAMACHO, K. P.; SILVA, F. O. da. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**. v.14, n.25, p 261-269. 2014.

VILLANUEVA-G, R.; ROUBIK, D.W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v.86, n.2, p.35-41, 2005.

WHITEHORN, P. R.; O'CONNOR, S.; WACKERS, F. L.; GOULSON, D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science** v.336, p.351–352. 2012.

WILLE, A. Biology of the stingless bees. **Annual Review of Entomology** - v.28, p.41–64. 1983.

WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G.; AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v.90, n.8. 2009.

3 ESTRUTURAS DOS NINHOS SILVESTRES E MANEJADOS DE URUÇU DO CHÃO (*Melipona quinquefasciata*).

RESUMO

O fato da abelha *Melipona quinquefasciata* nidificar em cavidades no solo, dificulta o seu estudo, favorecendo a escassez de informações sobre seu comportamento de nidificação. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar se o comportamento de nidificação de *M. quinquefasciata* é alterado quando em condições de manejo. As coletas de dados ocorreram em duas fases, todas localizadas na Chapada do Araripe. Na primeira fase, entre novembro de 2013 a janeiro de 2014, coletaram-se dados de dez ninhos silvestres com a finalidade de analisar suas características construtivas. Na segunda fase, de janeiro de 2014 a janeiro de 2015, as avaliações foram complementadas com informações geradas pelo monitoramento mensal de ninhos manejados em dois meliponários. O primeiro estava localizado em Barbalha-CE, instalado com as 10 colônias silvestres recém coletadas, alocadas em dois tipos diferentes de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico). O segundo localizava-se em Moreilândia-PE, com dez colônias manejadas há três anos, nos mesmos modelos de colmeias. Os resultados encontrados mostraram que a maioria dos ninhos de *M. quinquefasciata* estava situada em área de clareira ou bordas de estrada, de forma aglomerada. O diâmetro interno das torres de entrada foi de $9,68 \pm 1,66$ mm e apresentou coeficiente de variação CV (11,98%) entre as características construtivas dos ninhos silvestres, enquanto, o número médio de potes por ninho foi $54,2 \pm 116,98$ e apresentou a maior CV (99,13%). A profundidade média dos ninhos foi de $1,29 \pm 1,03$ m, sendo influenciada principalmente pela origem das cavidades. Todos os ninhos coletados apresentaram um invólucro externo rígido de batume. O número de discos de crias foi em média $9,90 \pm 7,41$, protegidos pelo invólucro e circundados pelos potes de alimento. As diferenças observadas entre o comportamento construtivo dos ninhos silvestres e dos manejados foram a ausência de invólucro externo e a disposição aleatória da potes de alimento, observadas nas colônias manejadas. A única diferença observada entre as colônias nos dois meliponários foi o acúmulo de barro junto às tampas dos potes cerâmicos, observado no segundo meliponário, e não no primeiro. Em ambos os meliponários, observaram-se discos de cria construídos fora do invólucro nos meses mais quentes do ano. Concluiu-se que, apesar de apresentarem alterações no aspecto construtivo entre os ninhos silvestres e manejados, estas não influenciaram no manejo produtivo da espécie.

Palavras Chaves: Comportamento de nidificação. Abelhas sem ferrão. Tipos de colmeias.

ABSTRACT

The fact that the *Melipona quinquefasciata* bee nests in cavities in the ground makes its study difficult, favoring the lack of information on its nesting behavior. Thus, this study aimed at evaluating if the nesting behavior of the *M. quinquefasciata* changes when to management conditions. Data collect was in two phases, all located in the *Araripe* Plateau. In the first phase, from November 2013 until January 2014, data of ten wild nests were collected in order to analyze its constitutive characteristics. In the second phase, from January of 2014 until January of 2015, evaluations were complemented by collecting information in a monthly monitoring over managed nests in two meliponaries. The first one was located in Barbalha-CE, installed with 10 wild colonies recently collected, divided into two different types of hives (wooden box and ceramic pot). The second one was located in Moreilândia-PE, with ten colonies managed over three years, using the same models of hives. The results showed that most of the *M. quinquefasciata* nests were located in the clearing area or road edges in an agglomerated form. The inner diameter of the entrance towers was $9.68 \pm 1.66\text{mm}$ and presented a lower coefficient of variation CV (11.98%) between the constructive characteristics of the wild nests, while the average number of pots was $54,2 \pm 116.98$ per nest, and had the highest CV (99.13%). The average depth of the nests was $1.29 \pm 1.03\text{m}$, being mainly influenced by the origin of the cavities. All the collected nests had an external bitumen casing. The number of disks of young bees averaged 9.90 ± 7.41 , protected by the involucrem and surrounded by food pots. The differences between the constructive behavior of wild nests and managed nests were the absence of external involucrem and the random arrangement of building food pots, observed in managed colonies. The only difference observed between the two colonies was meliponary clay accumulation along the tops of ceramic pots, observed in the second meliponary, not the first. In both meliponaries disks of young bees built outside the enclosure in the warmer months of the year were observed. It was concluded that despite having constructive changes in appearance between the wild and managed nests, these did not affect the productive management of the species studied.

Keywords: Nesting behavior, stingless bees, types of hives.

INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão são encontradas em regiões tropicais e subtropicais do mundo, formando o grupo mais diverso entre as abelhas eussocias (CAMARGO e PEDRO, 2013; CAMARGO e VIT, 2013). Essa diversidade reflete em diferentes substratos de construção dos ninhos como cavidades em troncos de árvores, ramos, fendas rochosas e ninhos ativos ou abandonados de outros insetos (ROUBIK, 2006; VOSSLER, 2012).

As espécies do grupo se caracterizam ainda pela perenidade das colônias (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989). O que proporcionou ao homem o manejo tradicional em colmeias para produção de mel (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006) e conseqüentemente, viabilizou o uso na polinização agrícola (VIANA *et al.*, 2015; BARTELLI e NOGUEIRA-FERREIRA, 2014; BOMFIM *et al.*, 2015).

Contudo, a meliponicultura como é conhecido o manejo dessas abelhas, ainda é muitas vezes praticada rudimentarmente, e para romper essa barreira é preciso construir uma base sólida de conhecimentos (JAFFÉ *et al.*, 2015). Em especial, deve-se estudar o comportamento de nidificação de cada espécie, que em decorrência da vasta diversidade do grupo ainda não é completamente elucidado (ROUBIK, 2006). Sendo a base ao desenvolvimento de colmeias que atendam as necessidades das abelhas e permitam seu manejo (CONTRERA, *et al.*, 2011).

Nesse raciocínio se insere a abelha *Melipona quinquefasciata*, a espécie nidifica sob a superfície do solo o que dificultou o registro da sua ocorrência no Nordeste brasileiro até pouco tempo. Assim como prejudicou o desenvolvimento de um sistema racional de manejo da mesma, já considerada escassa por comunidades nativas dessa região (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; VELTHUIS *et al.*, 2008).

Sendo, portanto poucas as informações sobre as características biológicas de nidificação da espécie (VELTHUIS *et al.*, 2008; SÃO - THIAGO *et al.*, 2010). Esse trabalho, objetivou avaliar o comportamento de nidificação de *M. quinquefasciata*, além de avaliar o seu comportamento básico de construção é alterado quando em condições de manejo.

METODOLOGIA

Área de estudo

O experimento foi conduzido na Chapada do Araripe localizada na divisa entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. A Chapada do Araripe constitui-se em um relevo tabular de origem sedimentar, com comprimento de leste para oeste na ordem de 180 km, altitudes entre 800 e 950 m, modeladas sobre litologias da Bacia do Araripe de idade Cretácea. A vegetação é caracterizada pela diversidade em tipologias com áreas cobertas por caatinga do sedimentar (carrasco), cerrado, cerradão e floresta úmida do sedimentar (FIGUEIREDO *et al.*, 1981; COSTA, *et al.*, 2004; MORO *et al.*, 2015). O clima na área de estudo é classificado como 4bTh - Tropical Quente de Seca Média classificação de Gaussen, com variações médias anuais entre 24° C a 27° C (GALVÃO, 1967).

Meliponário 1

Entre os meses de novembro de 2013 a janeiro de 2014, foram percorridas trilhas na Chapada do Araripe, habitat natural de *Melipona quinquefasciata*, com o intuito de realizar a localização, escavação e a transferência de ninhos silvestres da espécie para colmeias.

A coleta e o manejo dos ninhos de *M. quinquefasciata* foi realizada em áreas de floresta úmida do sedimentar (MORO *et al.*, 2015) dentro da Floresta Nacional do Araripe (FLONA-ARARIPE), no município de Barbalha-CE. O solo da região é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (IBGE, 2001), com pluviosidade média de 1.000 mm anuais (CPMR, 2011). A FLONA-ARARIPE foi criada pelo Decreto-lei nº 9.226 (BRASIL, 1946). Ela envolve parte dos municípios cearenses de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri e é constituída por 38.262,3 ha. (TONIOLO & KAZMIERCZAK, 1998). Em 2012, sua extensão foi ampliada em aproximadamente 706,8 ha pelo Decreto nº 13.321 no município de Barbalha (BRASIL 2012).

A Floresta úmida do sedimentar é uma vegetação densa, perenifólia, lenhosa com árvores grandes, fuste retilíneo e ramificações altas. Entre as espécies vegetais dessa formação, destacam-se: *Simaruba versicolor*. Hill. (Paraíba), *Parkia platycephala* Benth. (Visgueiro), *Copaifera langsdorfii* Desf. (Pau-d'óleo), *Ocotea sp.* (Louro), *Byrsonimeia spp.*

(Murici), *Dimorphandra gardneriana* Tul. (Faveira), *Hymenaea stignocarpa* Mart. ex. Hayne (jatobá), *Qualea parviflora* Mart. (Pau Terra) e *Caryocar coriaceum* Wittm. (Piquizeiro) (FIGUEIREDO *et al.*, 1981). Na Chapada do Araripe, essas árvores podem também ser encontradas nas tipologias vegetais cerrado, caatinga do sedimentar (carrasco) e cerradão (COSTA, *et al.*, 2004).

Coleta e avaliação dos ninhos silvestres

O procedimento básico para as observações e coleta dos ninhos silvestres seguiu metodologia adaptada de Camargo, (1970). A metodologia buscou registrar informações sobre habitat, localização, características dos ninhos, estrutura de entrada, cavidade utilizada para nidificação, potes de armazenamento, invólucro das crias, disposição das células de crias, comportamento e número de abelhas guardas. Antes do início de cada escavação, foram aferidas altura, circunferências internas e externas da torre do túnel de entrada com uso de paquímetro digital. A profundidade e o tamanho das cavidades usadas para nidificação foram determinadas com uso de fita métrica.

O volume dos potes de mel foi determinado pela média de dez potes, selecionados aleatoriamente, colhidos em cada ninho, por meio de uma seringa graduada. Ainda durante as coletas, realizaram-se registros fotográficos e anotações.

Transferência de ninhos silvestres para colmeias

Os ninhos silvestres foram transferidos para dois tipos diferentes de colmeias, caixa de madeira e pote cerâmico. Após a transferência dos ninhos para as colmeias, esperou-se quando possível um tempo de 24 horas para o transporte até o meliponário 1. Quando da indisponibilidade de permanência por 24 horas, por motivos de segurança, aguardava-se até o anoitecer do mesmo dia, de maneira a garantir que todas as abelhas estivessem no ninho. Todos os transportes dos ninhos para o meliponário 1 foram realizados à noite. Essas colmeias com os ninhos foram posteriormente, alocadas no meliponário 1, cobertas com telha de fibrocimento e sombreadas pela vegetação de floresta úmida do sedimentar, na área de Floresta Nacional do Araripe (FLONA-ARARIPE) (Figuras 1). As colmeias ficaram equidistantes 50 cm um das outras, estando suspensas em estantes.

Figura 1 - Detalhe do meliponário 1, sombreado por vegetação de floresta úmida do sedimentar, localizado nas proximidades da Casa de Guarda Santa Rita do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Figura 2 - Vista da Casa do Guarda Santa Rita, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) na Floresta Nacional do Araripe. Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

O meliponário 1 localizava-se nas proximidades da Casa de Guarda Santa Rita (Figura 2) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) situada às coordenadas 7° 23' 01,92''S e 39° 21' 15,97''O e altitude de 929 m.

Os procedimentos dessa pesquisa na Floresta Nacional do Araripe estavam de acordo com o art. 28 da instrução normativa 03/2014 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. As coletas foram ainda devidamente registradas e autorizadas, pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, sob número 36124-3.

Meliponário 2

O meliponário 2 foi estabelecido há 10 anos e está localizado nas coordenadas 7° 27' 51.0''S e 39°28'13.2''W e 880 m de altitude. No Refúgio das Abelhas Professor Paulo Nogueira Neto, reserva particular destinada à proteção de várias espécies de abelhas sem ferrão em Moreilândia-PE. (CORTOPASSI-LAURINO, 2009). A pluviometria média dessa localidade é de 700 mm anuais (CPMR, 2011). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, coberto com vegetação de caatinga do sedimentar (carrasco) (IBGE, 2001).

A vegetação de caatinga do sedimentar (carrasco) é uma formação vegetal de transição entre o cerrado e a floresta úmida do sedimentar. Apresentando plantas características dessas duas tipologias vegetais e espécies próprias. É uma vegetação caducifólia, com xeromorfismo acentuado, sem espinhos e predomínio de plantas arbóreas-arbustivo de pequeno porte, podendo apresentar números elevados de trepadeiras lenhosas. O resultado dessa constituição é uma distribuição de copas entrelaçadas com perfil irregular, sobre a qual podem projetar-se árvores emergentes esparsas de até 5 metros, sem caracterização bem definida de estratos (ARAÚJO *et al.*, 1998a; ARAÚJO *et al.*, 1998b; ARAÚJO *et al.*, 1999a; ARAÚJO *et al.*, 1999b).

No meliponário 2, as colônias avaliadas tinham três anos e estavam dispostas em cavaletes individuais, com distância mínima de 3 m entre elas. Em virtude do porte ralo da vegetação, parte das colmeias não era sombreada, sendo cobertas, com um ladrilho de rocha, para protegê-las da ação direta do sol (Figura 03).

Figura 3 – Detalhe de colônia de abelha *Melipona quinquefasciata*, em caixa de madeira e cavelete, na vegetação de caatinga do sedimentar (carrasco) no Refúgio das Abelhas Professor Paulo Nogueira Neto. Moreilândia-PE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Avaliação estrutural dos ninhos manejados

A descrição das características dos ninhos de *M. quinquefasciata* em condições de manejo foi realizada com base em revisões mensais nos meliponários 1 e 2, durante um ano (janeiro de 2014 a janeiro de 2015). Os meliponários 1 e 2 foram compostos cada um por dez colônias. Nessas revisões, buscou-se observar se havia permanência das estruturas observadas nos ninhos silvestres, sendo realizados registros fotográficos e anotações. As estruturas avaliadas foram a entrada da colônia, o invólucro externo, os potes de alimentos, o invólucro das crias e os discos de cria. Além disso, foi avaliado o comportamento de defesa. A todas as colônias, nos dois meliponário foi fornecida alimentação a base de água e açúcar, durante o período da pesquisa.

A análise dos dados

A análise dos dados foi realizada com base em estatística descritiva por meio do uso de médias, desvio padrão e coeficiente de variação. A análise foi realizada por meio do software PAST versão 3.11.

RESULTADOS

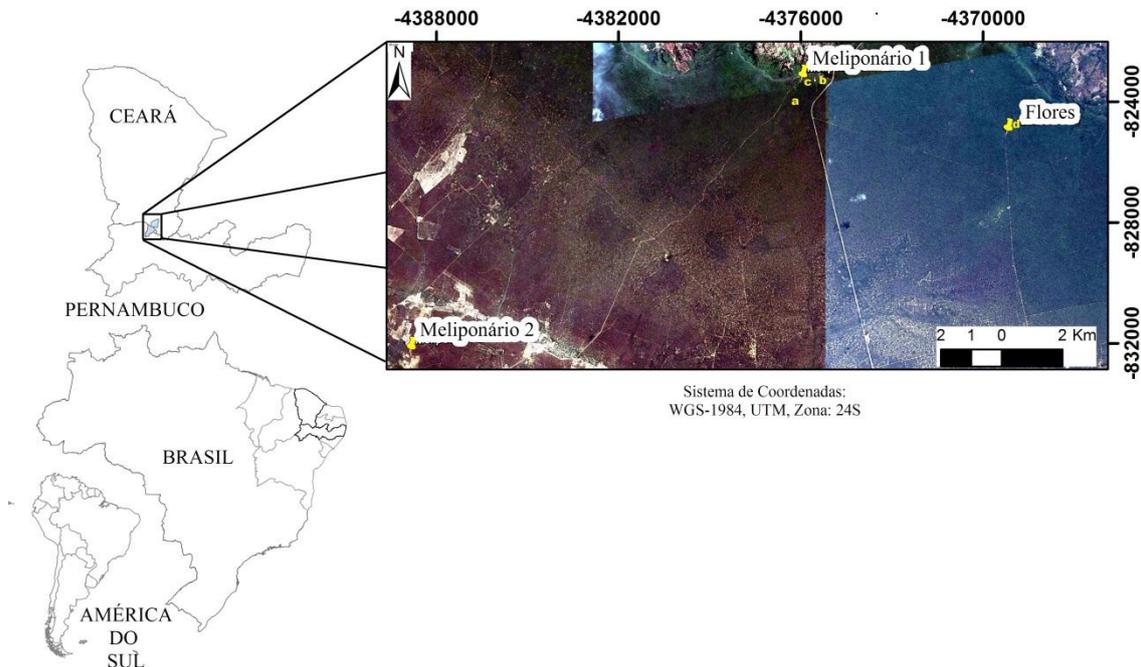
Meliponário 1

Coleta e avaliação dos ninhos silvestres

A localização e escavação dos ninhos silvestres de *Melipona quinquefasciata* contou com o esforço amostral de três pessoas. A procura pelos ninhos foi realizada, preferencialmente, nos primeiros horários do dia, das cinco às sete horas, e ao final do dia, das dezesseis às dezoito horas. Esses horários, segundo a tradição popular da região, seriam os melhores momentos, por apresentarem maior fluxo de abelhas nos ninhos. Além disso, fornecem a melhor condição de luz solar, para observar as operárias sobrevoando o orifício de entrada. Ao todo, foram localizados dezessete ninhos silvestres, porém, somente dez foram coletados. A metade dos ninhos coletados foi transferida para caixas de madeira e a outra metade para potes cerâmicos.

A maioria dos ninhos foi localizada em área de clareiras ou bordas de estrada, dentro da vegetação de floresta úmida do sedimentar. Somente um dos ninhos foi coletado em vegetação densa e fechada. Observou-se que a distribuição dos ninhos seguiu uma constituição de quatro agrupamentos. Esses agrupamentos eram constituídos por quatro ninhos, que estavam próximos entre si em um raio de cem metros. Em todos esses aglomerados foi possível constatar ninhos com um metro de distância um do outro. Três dos agrupamentos encontravam-se próximo ao meliponário 1 (Figura 4 a, b, c) e outro agrupamento na localidade das Flores (Figura 4 d).

Figura 4 – Detalhe dos mapas da América do Sul, Brasil, Ceará e Pernambuco, destacando a localização dos meliponários 1 e 2, usados para manejo e estudo da espécie. Brasil, 2014.



Meliponário 1- Casa de guarda da Santa Rita; Meliponário 2 – Rêfugio das Abelhas Professor Paulo Nogueira Neto; Flores - localidade das Flores.

Letra “a”, “b”, “c” e “d”, localização dos agrupamentos de ninhos.

O tempo médio para escavação dos ninhos silvestres foi de quatro horas. Apenas um dos ninhos levou seis horas de trabalho por se encontrar em maior profundidade (2,15 m) e em solo compactado, devido estar na borda de uma estrada. Outros dois ninhos foram retirados em menos de duas horas por serem pouco profundos.

A entrada dos ninhos silvestres era constituída por torres simples de terra, sem raias ou adornos, sendo de fácil camuflagem entre a vegetação (Figura 5). Observou-se que as torres de entrada tiveram em média $24,97 \pm 16,44$ mm de altura e $19,49 \pm 7,05$ mm de diâmetro externo. A altura das torres dos túneis de entrada apresentou grande variação ($cv = 42,83\%$), o que reflete o fato de sofrerem constante ação de fatores físicos, sendo com frequência reconstruída (Tabela 01). O diâmetro interno das torres foi de $9,68 \pm 1,66$ mm, sendo limitado o suficiente para no máximo duas abelhas (Figura 6).

A variação (cv = 11,98 %) dessas características foi cerca de três vezes menor em relação à altura da cavidade do ninho, segunda variável com menor coeficiente de variação (Tabela 01).

Tabela 1. Média, desvio padrão, variância e coeficiente de variação das características de construção de ninhos silvestres de abelha *Melipona quinquefasciata*, coletados na Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, 2014.

	n	Média	Desvio Padrão	Variância	Coeficiente de variação
Diâmetro externo da torre do túnel de entrada (mm)	10	19,49±7,05	4,93	24,29	26,38%
Diâmetro interno da torre do túnel de entrada (mm)	10	9,68±1,66	1,35	1,34	11,98%
Altura do túnel de entrada (mm)	10	24,97±16,44	10,69	114,38	42,83%
Largura da cavidade do ninho (cm)	10	23,60±17,58	8,55	73,16	36,24%
Altura da cavidade do ninho (cm)	10	28,9±18,75	9,12	83,21	31,56%
Profundidade média do ninho (m)	10	1,29±1,03	0,50	0,25	38,93%
Número de discos	10	9,90±7,41	3,61	12,98	36,40%
Número total de potes de alimento por ninho	10	54,2±116,98	56,91	3292,99	99,13%
Volume dos potes de mel (ml)	100*	8,67± 3,29	3,27	10,71	37,77%

Fonte: Mascena, 2016.

Figura 5 – Entrada de ninho silvestre da abelha *Melipona quinquefasciata*, camuflado em meio a vegetação de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014



Fonte: Mascena, 2016.

A disposição das entradas era vertical. Contudo, havendo obstáculo a essa orientação, as operárias desenvolviam um duto horizontal para transpor as dificuldades,

retornando à verticalidade, assim que vencido o problema. Nos ninhos mais desenvolvidos, todo o túnel era revestido por batume, material rígido e escuro (Figuras 7).

Figura 6 - Detalhe da circunferência de entrada de um ninho silvestre da abelha *Melipona quinquefasciata*, em meio a vegetação de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016

Figura 7 - Detalhe do interior da entrada de um ninho silvestre de abelha *Melipona quinquefasciata* revestido com batume, em meio a vegetação de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

O diâmetro interno do túnel que liga a torre de entrada à cavidade do ninho é variável. A análise quantitativa dessa variação não foi possível devido à profundidade e à dificuldade em se escavar acompanhando o seu percurso.

A origem das cavidades dos ninhos apresentou diversidade. Cinco estavam nidificados em termiteiros, sendo quatro deles abandonados e um ativo (Figura 8). Outros três ocupavam falhas no solo de origem desconhecida. Um ninho estava em uma cavidade de raiz vegetal em decomposição e outro estava alocado em galerias construídas por pequenos mamíferos.

A profundidade média dos ninhos foi de $1,29 \pm 1,03$ m. A metade dos ninhos encontrava-se a mais de um metro de profundidade. O ninho mais profundo estava a 2,15 m da superfície do solo, enquanto o mais superficial foi coletado a 0,40 m. O coeficiente de variação dessa característica foi de 38,93% (Tabela 01).

Figura 8 – Detalhe de um termiteiro ativo, usado como substrato de nidificação por um ninho silvestre de abelha *Melipona quinquefasciata*, em meio a vegetal de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Todos os ninhos silvestres coletados estavam revestidos por um invólucro externo formado por uma camada de batume, material rígido e escuro (Figura 9). Não foi observado espaço entre a parede da cavidade no solo e esse revestimento. Também não foram constatados

orifícios de drenagem nesse revestimento. Contudo, no pavimento inferior dos ninhos, havia depósitos de sujeira (restos de abelhas e/ou outros insetos e fezes). Em alguns ninhos, parte do assoalho apresentava fungos.

Figura 9 – Detalhe do invólucro de batume protegendo o ninho silvestre de abelha *Melipona quinquefasciata*, coletado em meio a vegetação de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.

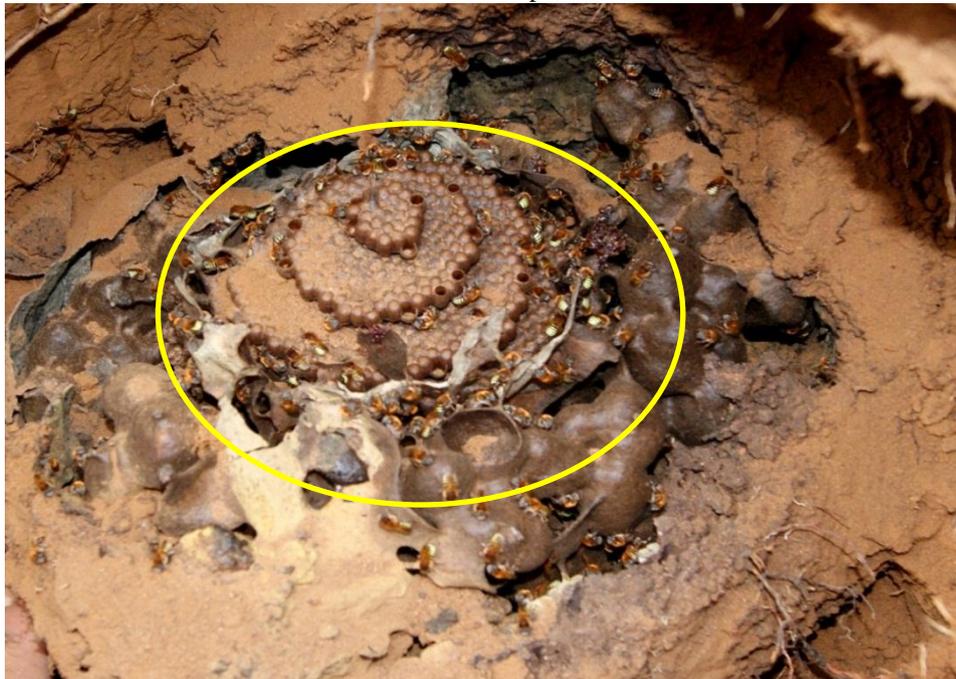


Fonte: Mascena, 2016.

A média dos potes de alimento por ninho foi $54,2 \pm 116,98$ e coeficiente de variação de 99,13%. Essa foi a maior variação entre as características avaliadas, resultado, possivelmente, dos diferentes níveis de desenvolvimento dos ninhos coletados. O número de potes de alimentos, nos ninhos coletados, variou entre dez e mais de cem. O volume médio de armazenamento dos potes foi de $8,67 \pm 3,29$ ml e o coeficiente de variação de 37,77% (Tabela 01).

Os potes de reserva de alimentos dos ninhos silvestres localizavam-se após o invólucro externo, envolvendo as crias de forma circular (Figura 10). Os potes eram ovais e com paredes muito próximas, dificultando a delimitação individual de cada um. Entre os potes que estocavam pólen ou néctar não havia diferenciação visível. A fixação dos potes era realizada por pilares, construídos de cerume, sem contato direto entre as paredes dos potes e o invólucro externo.

Figura 10 – Detalhe dos potes de reserva de alimento circundando a área de cria em um ninho silvestre de abelha *Melipona quinquefasciata*, coletado na vegetal de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Arquivos do autor.

Em todos os ninhos silvestres no centro da formação dos potes de alimentos, encontrava-se o invólucro das crias. Esse invólucro era formado de camadas sucessivas de cerume (Figura 11 – A - B). Em ninhos maiores, o invólucro das crias formava galerias onde havia constante movimento de operárias.

Em todos os ninhos escavados, os favos de cria eram compostos de discos, construídos um a cima do outro, horizontalmente, não sendo observada formação helicoidal. Os discos eram suportados por pequenos pilares de cerume (Figura 11 - C), que também os ligavam ao invólucro (Figura 11 - D). Em todos os ninhos, constataram-se discos com crias novas e em emergência. O número médio de discos de cria foi $9,90 \pm 7,41$, com coeficiente de variação 36,40%.

Acima do invólucro das crias, constataram-se, ainda, formações irregulares de uma mistura de cera e resina. Esse material era maleável e pegajoso com cheiro forte, doce e agradável. Havia ainda, aglutinações de resina pura e rígida incrustadas no invólucro das crias (Figura 11 - D).

Figura 11 – Detalhe das estruturas (A - invólucro das crias; B - discos de cria; C - pilares de sustentação dos potes; D Reserva de resina) do ninho silvestre de abelha *Melipona quinquefasciata*, coletado na vegetação de floresta úmida do sedimentar. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Durante a escavação dos ninhos de *M. quinquefasciata*, não foi, em nenhum momento, demonstrado, respostas defensivas de caráter agressivo pelas operárias. O menor dos contatos visuais entre a operária guarda e um humano, foi suficiente para que ela buscasse abrigo dentro do túnel.

Transferência de ninhos silvestres para colmeias

A transferência dos ninhos silvestres das cavidades do solo para os dois modelos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico), assim como o transporte para o meliponário 1, não acarretaram perdas. Contudo, observou-se que em ninhos silvestres nos quais, no

momento da transferência para as colmeias, ficaram resíduos de mel e pólen, ocorreu ataque de moscas (Diptera Phoridae).

Avaliação estrutural dos ninhos manejados

As entradas das colônias manejadas no Meliponário 1, tanto em caixas de madeira quanto em potes cerâmicos, foram modificadas pelas operárias de *Melipona quinquefasciata*. Essa modificação ocorreu pelo trabalho de escarificação do eletroduto, deposição de barro, e construção de uma estrutura horizontal, semelhante às torres verticais observadas em ninhos silvestres. Nas colônias manejadas no Meliponário 2, foram observadas estruturas semelhantes já construídas, também nos dois tipos de colmeias. Essas construções resultaram na diminuição da circunferência da entrada. O que impedia a permanência de mais de duas operárias na entrada, semelhantemente ao que acontece nos ninhos silvestres (Figuras 12).

Figura 12 - Detalhe do revestimento com barro na entrada da colmeia de abelha *Melipona quinquefasciata* depositado no meliponário 1. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

O invólucro externo de batume que ocorre nos ninhos silvestres não foi observado envolvendo nenhum dos ninhos manejados, tanto nas caixas de madeira quanto nos postes cerâmicos, em ambos os meliponários monitorados.

Todavia, foi observada uma grande lâmina de barro, nas colônias manejadas em potes cerâmicos no meliponário 2, formando uma camada espessa e quebradiça, essa estrutura pode ser uma substituta do invólucro externo (Figura 13). No entanto, essa formação não ocorreu nas colmeias do meliponário 1, possivelmente por essas terem um menor tempo de manejo.

Figura 13 – Detalhe do acúmulo de barro em colônia de abelha *Melipona quinquefasciata* manejada, em um pote cerâmico, no meliponário 2. Chapada do Araripe, Moreilândia-PE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

As colônias manejadas em colmeias nos meliponários 1 e 2 apresentaram potes de alimentos com o mesmo formato dos observados em ninhos silvestres. Quanto à localização, existiu a tendência dos potes de alimentos circundarem as crias. Contudo, em ambos os meliponários, tanto nas caixas de madeira, quanto nos potes cerâmicos, ocorreu a construção de potes acima dos discos de cria, situação não observada em ninhos silvestres.

Portanto, ocorreu uma diferença no comportamento construtivo dos potes de alimento entre as colônias silvestres e as manejadas. No entanto, para as colônias manejadas o

tempo de manejo não afetou o comportamento construtivo da espécie, quanto os potes de alimento.

Nas colônias manejadas nos dois meliponários, independente de estarem acomodados em caixas de madeira ou potes cerâmicos, houve construção do invólucro de proteção das crias. Observou-se, no entanto, que nos meses mais quentes do ano (agosto a dezembro) do ano, ocorreu uma espessura menor do invólucro. Assim como, surgiram crias fora da proteção do invólucro, tanto nos potes cerâmicos, quanto nas caixas de madeira (Figura 14).

Figura 14 - Detalhe dos discos de crias de abelha *Melipona quinquefasciata* construídos fora do invólucro, no meliponário 1. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Arquivos do autor.

As mesmas estruturas de reserva de resina observadas sobre o invólucro das crias nas colônias silvestres foram observadas nas colônias manejadas, nos dois tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico). Assim como foram observadas reservas puras de resinas depositadas nas paredes das caixas e potes cerâmicos (Figura 15).

Figura 15 – Detalhe de um depósito de resina pura em colônia de abelha *Melipona quinquefasciata* manejada no meliponário 2. Chapada do Araripe, Moreilândia-PE, Brasil, 2014.



Fonte: Arquivos do autor.

Ao longo do ano, em todos os meses, foi observada nas colônias manejadas a presença de discos de crias novos e em emergência. Assim como não foi registrada formação helicoidal de discos de crias em ninhos silvestres, essa característica também não apareceu em ninhos manejados.

Em nenhum dos momentos de manejo das colônias, tanto no meliponário 1 quanto no meliponário 2, foi detectada qualquer resposta agressiva por parte das operárias de *M. quinquefasciata*. A base de defesa das operárias era se proteger dentro do invólucro das crias, comportamento semelhante aos ninhos silvestres.

DISCUSSÕES

O conhecimento da biologia e do comportamento de construção dos ninhos nas abelhas sem ferrão é indispensável à meliponicultura, qualquer que seja a espécie manejada (ROUBIK, 2006; VOSSLER, 2012). No caso da *Melipona quinquefasciata*, ainda pouco estudada quanto ao seu manejo, é ainda mais importante, pois constitui um passo fundamental para a construção de um conhecimento que seja a base para a sua manutenção e conservação.

A proximidade e a formação de agrupamentos dos ninhos de *M. quinquefasciata* sugere que a dispersão da espécie segue o comportamento básico das abelhas sem ferrão, ocorrendo a pequenas distâncias. A fundação de novas colônias entre os meliponíneos envolve um grande investimento em materiais de construção e alimento. Esses recursos são inicialmente provenientes, de uma colônia mãe já estruturada. Essa relação de dependência pode ser rápida ou se estender por longos períodos, não permitindo que colônias dispersem-se mais do que algumas centenas de metros (MICHENER, 1974; NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 1989).

Neste caso, a edificação de ninhos próximos representa economia de energia no transporte de suprimentos. Todavia, há ainda outros fatores importantes que influenciam a dispersão dos ninhos, como fragmentação dos habitats, disponibilidade de cavidades e de recursos alimentares e para construção (ELTZ *et al.*, 2002; BARRETO e CASTRO, 2007).

Outro importante ponto sobre o comportamento de nidificação da espécie é que, possivelmente, exista uma preferência por áreas com vegetação rala. A história evolutiva dessa abelha desenvolveu-se relacionada com vegetações antigas que originaram o cerrado encontrado no Planalto Central do Brasil e os remanescentes desse bioma presentes no Nordeste brasileiro (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002). Sabe-se, atualmente, que parte das áreas de dispersão da espécie ocorre nessas regiões e que não há diferenças no padrão genético das *M. quinquefasciata* encontradas nas áreas de cerrado presente no Nordeste e no do Planalto Central (PEREIRA *et al.*, 2009). Portanto, é possível que exista uma relação evolutiva entre a espécie e o bioma cerrado, o que justificaria um número maior de ninhos em áreas de vegetação menos densa.

Em sua maioria, as abelhas do gênero *Melipona* apresentam entradas de ninhos específicas, com adornos e raias que podem ser usadas para diferenciá-las (NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 2006). Contrariando esse comportamento, em *Melipona*

quinquefasciata, as entradas de ninhos silvestres são construções bastante simples, com pouca variação no diâmetro. Ainda, quando os ninhos são inseridos em colmeias, há um considerável gasto de energia e tempo pelas operárias para a transformação dos eletrodutos usados como entradas.

Esse contexto demonstra a importância que a circunferência da entrada tem para a defesa dos ninhos da espécie. O diâmetro limitado e a simplicidade são características evolutivas que, embora possam limitar o tráfego de operárias forrageiras, tem relação direta com o melhor controle do fluxo da colônia e de possíveis predadores. Assim como, garantem a camuflagem, que é a principal forma de defesa da espécie, dada as suas características de abelhas dóceis e tímidas (ROUBIK, 2006; COUVILLON *et al.* 2008).

A cor escura na superfície interna da entrada de ninhos é característica comum em colônias de várias espécies de abelhas sem ferrão, e já foi relatada, também para *M. quinquefasciata* (SÃO - THIAGO *et al.*, 2010). Essa característica é apontada como uma favorecedora da localização das entradas dos ninhos e pouso das operárias quando estas retornam do forrageio (BIESMEIJER *et al.*, 2005). Sendo, possivelmente, um dos fatores dessa característica ser observada nos ninhos de *M. quinquefasciata*.

O uso de batume, nas estruturas do ninho de meliponíneos, também objetiva a fortificação e proteção (CAMARGO e PEDRO, 2003). Dessa forma, como o revestimento do túnel de entrada em *M. quinquefasciata* pode chegar até a cavidade de nidificação, é possível que tenha também função de cimentação, prevenindo umidade, predadores ou pequenos deslizamentos (VELTHUIS *et al.*, 2008).

Embora cinquenta por cento dos ninhos estivessem a mais de um metro de profundidade, é difícil afirmar que seja uma preferência da espécie. Os meliponíneos são considerados oportunistas quanto ao uso de cavidades para construção dos seus ninhos, pois não realizam escavação, seja no solo, madeira ou outro substrato. Assim, as abelhas sem ferrão passaram a depender da disponibilidade de espaços para construir seus ninhos, tendo que se adaptar a uma grande gama de possibilidades (ROUBIK, 1989; CAMARGO e PEDRO, 2003; MARTINS *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2014; VIANA *et al.*, 2015). Essa característica adaptativa explicaria a variação nas profundidades dos ninhos silvestres, assim como a diversidade das origens das cavidades usadas por *M. quinquefasciata*.

No caso específico de *M. quinquefasciata*, a nidificação em termiteiro já havia sido descrita (VELTHUIS *et al.*, 2008) e em outra espécie de abelhas sem ferrão a

nidificação em ninhos ativos ou abandonados de outros insetos é comum (BARBOSA *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2013). Contudo, na área estudada, foi observado apenas um ninho inquilino de termiteiro vivo e São - Thiago *et al.*,(2010), em coletas anteriores de ninhos da mesma abelha, não observaram nenhuma relação mutualística entre a espécie e termiteiros ativos. Dessa forma, é possível que para *M. quinquefasciata* não exista mutualismo com térmitas, relação comum em outras espécies de abelhas sem ferrão, como no gênero *Partamona* (BARRETO e CASTRO, 2007).

Essa hipótese é reforçada pela diversidade na origem das cavidades usadas pela espécie, o que é reflexo do oportunismo na escolha de cavidade para nidificação observado entre os meliponíneos. Esse comportamento deve-se ao fato destas abelhas não escavarem os substratos, ocupando espaços pré-existente, evitando maiores gastos de energia (CAMARGO e PEDRO, 2003; CARVALHO *et al.*, 2014; VIANA *et al.*, 2015).

O uso de um revestimento de batume rígido em torno do ninho, observado em *M. quinquefasciata*, é comum em outras espécies. Essa característica é, possivelmente, uma adaptação evolutiva que busca proteção contra invasores e regulação do clima no interior dos ninhos (ROUBIK, 2006; BARBOSA *et al.*, 2013). Contudo, sob manejo racional em ambiente suspenso, dentro das colmeias, ele é dispensado, resultado provável de um ambiente mais estável.

Na maioria das espécies de *Melipona*, a área de alimentos forma uma massa aglutinada que dificulta a identificação individual dos potes. Sendo, portanto, mais comum para o gênero, um arranjo irregular dos potes, tendo em vista o melhor aproveitamento dos espaços disponíveis (CAMARGO, 1970; VIANA *et al.*, 2015). Isto difere do que foi observado nos ninhos silvestres de *M. quinquefasciata*.

Essa disposição circula, contudo, parece ser facultativa para espécie, não sendo observada em outras descrições de seus ninhos (SÃO - THIAGO *et al.*,2010) e não sendo seguida nos ninhos manejados monitorados nesse estudo. Todavia, a organização ao redor das crias pode denotar uma possível providência para manutenção e proteção das crias, estando ligada a termorregulação à semelhança da função do invólucro (ROUBIK, 2006).

Quanto à presença de invólucro de cera protegendo as crias observada em todas as colônias é, certamente, uma estratégia de controle de temperatura comum em abelhas sem ferrão. As diferenças encontradas em volume e espessura em diferentes estações do ano, também são observadas em outras *Melipona* podendo estar ligada a controle de temperatura,

tamanho da colônia ou diapausa (ROUBIK, 2006; BORGES e BLOCHTEIN, 2006; SOUZA *et al.*, 2009).

As observações realizadas apontam que sazonalidade nas características do invólucro nos ninhos de *M. quinquefasciata* manejados é importante para o controle de temperatura. A história natural dos ninhos dessas abelhas desenvolveu-se no solo onde as variações de temperatura são mais estáveis. É possível que a transferência para colmeias tenha requerido uma adaptação para manter as crias na temperatura ideal, durante a estação de maiores temperaturas. As galerias entre as camadas de cerume do invólucro, por onde há constante movimento de operárias, possivelmente também tenha alguma função no controle de temperatura e na manutenção dos discos crias. Essas ações requerem constante movimentação.

A disposição horizontal e o número médio dos discos de cria observados foram semelhantes a outras descrições dos ninhos de *M. quinquefasciata*, (VELTHUIS *et al.*, 2008; SÃO - THIAGO *et al.*, 2010). Assim como, a disposição dos discos seguiu o observado em outras descrições dos ninhos de *M. quinquefasciata* e o comportamento básico de *Melipona* (CAMARGO, 1970; NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 2006; VELTHUIS *et al.*, 2008; SÃO - THIAGO *et al.*, 2010).

As abelhas sem ferrão tendem a ser coletoras generalistas e oportunistas de resina (LEONHARDT *et al.*, 2011), havendo indícios de que usam pistas olfativas para encontrar e reconhecer fontes de resina (LEONHARDT *et al.*, 2010). Apresentam ainda, comportamento de defesa das fontes deste material (LEONHARDT e BLÜTHGEN, 2009) assinalando ser este um recurso importante e limitado para a manutenção das colônias. Neste caso, à medida que um recurso se torna limitante para as abelhas eussociais, estas tendem a se tornar coletoras menos especializadas e a gastarem energia na coleta, no armazenamento e na defesa do mesmo (ROUBIK, 1989).

As resinas têm papel extraordinário na construção e defesa dos ninhos de várias espécies de abelhas sem ferrão. Esse recurso é, comumente, aplicado diretamente em grandes predadores, como nos humanos. Ou usado misturado à cera e barro para mumificar invasores e para construção de estruturas dos ninhos (ROUBIK, 2006; GRECO *et al.*, 2010, CARVALHO *et al.*, 2014).

Contudo, embora a aplicação de resina em humanos por operárias seja comum em outras espécies de *Melipona*, (ROUBIK, 2006; BARBOSA *et al.*, 2014), esse uso na defesa

não foi observado nas *M. quinquefasciata*, mas é bastante usada misturada à cera e a barro nas construções internas dos ninhos. O que justifica as abundantes reservas desse material.

Embora as abelhas sem ferrão não apresentem a característica defensiva de ferrear desenvolveram ao longo da sua história evolutiva, várias táticas de defesa. Uma parte destas estratégias é baseada em respostas direta das operárias, como mordidas, aplicação de resinas ou substâncias causticantes (ROUBIK, 1989; ROUBIK, 2006; CARVALHO *et al.*, 2014).

Nenhuma dessas características foi observada em *M. quinquefasciata*. A ausência de uma resposta defensiva direta das operárias de *M. quinquefasciata* pode estar relacionada à sua história natural. A espécie, possivelmente, não sofreu grande pressão de predadores capazes de escavarem seus ninhos. Assim como, não foram capazes de desenvolver colônias muito populosas que suportassem a perda de numerosas operárias em ataques diretos. Concentraram, então, sua defesa basicamente na nidificação em cavidades no solo, com pequenas entradas camufladas entre a vegetação, e uso de batume na confecção do invólucro do ninho, estratégias indiretas de defesa (ROUBIK, 2006; ROUBIK e PATIÑO, 2009; GUTER *et al.*, 2010).

CONCLUSÕES

O comportamento básico de construção da espécie é alterado quando sob manejo, tendo em vista que nessas condições não é construído o invólucro externo de batume e a orientação circular dos potes de alimento é alterada. Contudo, essas diferenças de comportamento da mesma não inviabilizam o seu manejo.

As estruturas dos ninhos silvestres de *Melipona quinquefasciata* são semelhantes aos padrões já estabelecidos para outras espécies do gênero *Melipona*.

O tempo de escavação para coleta dos ninhos da espécie é variável de acordo com a profundidade e condição física do solo, a passo que a profundidade é influenciada pela origem das cavidades.

O manejo das colônias de *Melipona quinquefasciata* em meliponário é facilitado pelo comportamento dócil das operárias.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. S. de e MARTINS, F. R. FISIONOMIA E ORGANIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO CARRASCO NO PLANALTO DA IBIAPABA, ESTADO DO CEARÁ. **Acta Botanica Brasilica**. v.13. n. 1. p.1-13. 1999.

ARAÚJO, F. S. de.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia**. v.59, n.4. p.663-678. 1999.

ARAÚJO, F. S. DE.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, J. N.; FIGUEIREDO, M. A. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente-Ce. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 51, n.1. p.85-95.1998b.

ARAÚJO, F. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; FERNANDES, A. G. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente. CE. **Revista Brasileira de Botânica**. v.21, n.2, p.105-116. 1998a.

BARBOSA, F. M.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L. Nest architecture of the stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese,1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Biota Neotropica**. v.13, n.1. p 147-152. 2013.

BARTELLI, B, F. e NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination Services Provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p. 510-516. 2014.

BOMFIM, I, G, A.; BEZERRA, A, D de M.; NUNES, A. C.; DE ARAGÃO, F, A. S.; FREITAS, B. M. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species (Apidae: Meliponini) in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology**. v.61, n.4, p.502-509. 2014.

BORGES, F. VON B. e BLOCHTEIN, B. Variação sazonal das condições internas de colônias de *Melipona marginata obscurior* Moure, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.23, n.3. p.711-715. 2006.

BRASIL. Decreto Nº 13.321, de 5 de junho de 2012. Dispõe sobre a ampliação e os objetivos da Floresta Nacional do Araripe-Apodi, no Município de Barbalha, Estado do Ceará, criada pelo Decreto Lei no 9.226, de 2 de maio de 1946. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 5 de junho de 2012.

BRASIL. Decreto Nº 9.226, de 2 de maio de 1946. Cria a floresta nacional do Araripe-Apodi. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Rio de Janeiro, 2 de Maio de 1946.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In MOURE, J. S., URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. 2013. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Jan/12/2015.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e VIT, P. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. In Vit, P.; PEDRO, S.R.M.; ROUBIK D.W. (Eds.), **Pot- Honey: A legacy of stingless bees** (pp. 19-34). New York: Springer. 2013.

CAMARGO, J. M. F. de. Ninhos e biologia de algumas espécies de Meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) da região de Porto Velho, Território de Rondônia, Brasil. **Revista Biologia Tropical**. v.16, n.2, p.207-239, 1970.

CAMARGO, J. M. F. e PEDRO, S. R. M. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomia e biogeografia. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.47, n.3. p.311-372. 2003.

CARVALHO, A.T.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Register of a New Nidification Substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): The Arboreal Nest of the Termite *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). **Sociobiology**. v.61, n.4. p.428-434. 2014.

CONTRERA, F. A. L.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G. C.; New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.48-51, 2011.

CORTOPASSI-LAURINO, M. **O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto"**. **Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

COSTA, I. R. DA.; ARAÚJO, F. S. DE.; LIMA-VERDE, L. W. Flora e aspectos autoecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v.18, n.4, p. 759-770. 2004

COUVILLON, M. J.; WENSELEERS, T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NOGUEIRA-NETO, P. RATNIEKS, F. L. W. Comparative study in stingless bees (Meliponini) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. **Journal of Evolutionary Biology**. v. p.194–201. 2008.

CPMR. Serviço geológico do Brasil. **Atlas geológicos do Brasil**. Levantamento da geodiversidade projeto atlas pluviométrico do Brasil isoietas anuais médias período 1977 A 2006. Ministério de Minas e energia. Brasília, 2011. 1 mapa, color. Escala 1: 500.000.

ELTZ, T.; CARSTEN, A.; KAARS, B. S. V. D. K.; LINSENMAIR, E. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. **Oecologia**. n.131. p.27–34. 2002.

GRECO, M. K.; HOFFMANN, D.; DOLLIN, A.; DUNCAN, M.; SPOONER- HART, R.; NEUMANN, P. The alternative Pharaoh approach: stingless bees mummify beetle parasites alive. **Naturwissenschaften**. v.97, n.3, p.319-323. 2010.

GRÜTER, C.; KÄRCHER, M. H.; FLW RATNIEKS. The Natural History of Nest Defence in a Stingless Bee, *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae), with Two Distinct Types of Entrance Guards. **Neotropical Entomology**. v.40, n.1, 2011.

GRÜTER, C.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RATNIEKS, F. L. W. A morphologically specialized soldier caste improves colony defense in a neotropical eusocial bee. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 109, n. 4, p. 1182–1186. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. 1 mapa, color. Escala 1: 500.000.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**. v10, n.3. p. 2-21. 2015.

JONGJITVIMOL, T. e WATTANACHAIYINGCHAROEN, W. Distribution, Nesting Sites and Nest Structures of the Stingless Bee Species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University**. v.7, n.1, p.25-34. 2007.

LEONHARDT, S. D. e BLÜTHGEN, N. A Sticky Affair: Resin Collection by Bornean Stingless Bees. **Journal compilation by The Association for Tropical Biology and Conservation. Biotropica**. v. 41, n.6, p.730–736, 2009.

LEONHARDT, S. D.; JUNG, L-M.; SCHMITT, T.; BLÜTHGEN, N. Terpenoids tame aggressors: role of chemicals in stingless bee communal nesting. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 64, p.1415–1423. 2010.

LEONHARDT, S. D.; SCHMITT, T.; BLÜTHGEN, N. Tree Resin Composition, Collection Behavior and Selective Filters Shape Chemical Profiles of Tropical Bees (Apidae: Meliponini). **PLoS ONE**. v. 6, n.8, e23445. doi:10.1371/journal.pone.0023445. 2011.

LIMA, F.V.O.; SILVESTRE, R.; BALESTIERI, J. B. P. Nest Entrance Types of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae) in a Tropical Dry Forest of Mid-Western Brazil. **Sociobiology**. v.60, n.4, p.421-428. 2013.

LIMA-VERDE, L. W. e FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**. v.62, n.3, p.479-486, 2002.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees**. Massachusetts: Harvard University Press, 1974.

- MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M. de.; CASTRO, A. S.; COSTA, F. R.C. da. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**. v.66, n.3, p.717-743. 2015
- NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; DA SILVA, C. I.; ROLDÃO, Y. S.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**. v.44, n.5, pp 537-546. 2013.
- PEREIRA, J. O.; FREITAS P. B. M.; JORGE, D. M. M.; TORRES, D. C.; SOARES, C.E.A.; GRANGEIRO, T. B. Genetic variability in *Melipona quinquefasciata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) from northeastern Brazil determined using the first internal transcribed spacer (ITS1). **Genetics and Molecular Research**. v.8, n.2. p641-648. 2009.
- ROUBIK, D. W. e PATIÑO J. E. M. *Trigona corvina*: An Ecological Study Based on Unusual Nest Structure and Pollen Analysis. **Psyche: A Journal of Entomology**. v. 2009. p.1687-7438 (Online). 2009.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 514 p.1989.
- ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**. v.37, p.124–143. 2006.
- SÃO THIAGO, P. DE S.; BASTOS, E. M. A. F.; SABINO, W. DE O.; SILVEIRA, M. A.; ANTONINI, Y. Ecologia da nidificação de Mandacaia-do-chão (*M. quinquefasciata*) no Parque Estadual Veredas do Peruçu. **MG.BIOTA**, Belo Horizonte, v.3, n.2, p4-14. 2010.
- SIQUEIRA, E. N. L.; BARTELLI, B. F.; NASCIMENTO, A. R. T.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Diversity and Nesting Substrates of Stingless Bees (Hymenoptera, Meliponina) in a Forest Remnant. **Psyche: A Journal of Entomology**. v. 2012, p. 9. 2012.
- SOUZA, B. de A.; CARVALHO. C. A. L. de.; ALVES. R. M. de O. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini) como subsídio à sua criação racional. **Revista Archivos de Zootecnia**. v.57, n. 217. p. 53-62. 2008.
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE**. Convênio com o Serviço de Meteorologia, Recife: SUDENE, 1963.
- TONIOLO, E. R. & KAZMIERCZAK, M. L. **Mapeamento da Floresta Nacional do Araripe**. Fortaleza: MMA/IBAMA/PNF. p.07. 1998.
- VELTHUIS, H. H. W.; CORTOPASSI LAURINO, M.; CHAGAS, F. The nest of the Brazilian stingless bee *Melipona quinquefasciata*. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society**.v.19, p 23-29. 2008.
- VIANA, J. L.; SOUSA, H. A. C.; ALVES, R. M. O.; PEREIRA, D.G.; SILVA J. R.; J. C.; PAIXÃO, J. F.; WALDSCHMIDT, A. M. Bionomics of *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in relation to its nesting behavior. **Biota Neotropica**. v.15, n.3, p.1–7. 2015.

VOSSLER, F. G. Flower visits, nesting and nest defence behaviour of stingless bees (Apidae: Meliponini): suitability of the bee species for meliponiculture in the Argentinean Chaco region. **Apidologie**. v.43, p.139–161. 2012.

4 ATIVIDADE EXTERNA DE COLÔNIAS DE *Melipona quinquefasciata* MANEJADA EM DIFERENTES TIPOS DE COLMEIA.

RESUMO

A abelha *Melipona quinquefasciata*, que nidifica no subsolo, é aproveitada de forma extrativista, não havendo um sistema de manejo racional para a espécie. Dessa forma, esse trabalho objetivou avaliar a influência das condições ambientais e de tipos diferentes de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) na atividade de voo dessa abelha, contribuindo assim, para o desenvolvimento de um sistema racional de manejo para espécie. O experimento foi conduzido na Chapada do Araripe, durante 12 meses entre julho de 2014 e junho de 2015. Durante o estudo, foram realizadas observações mensais do fluxo de voo das abelhas e coleta de dados climáticos em dois meliponários. No meliponário 1 (Barbalha-CE), foram acompanhados colônias em três potes cerâmicos e quatro caixas de madeira e coletados a cada hora, ao longo do ano, dados de temperatura e úmida internas das colmeias, enquanto, no meliponário 2 (Moreilândia-PE), foram acompanhadas em cinco potes cerâmicos e quatro caixas de madeira. Em ambos os meliponários as observações foram realizadas durante cinco dias, sendo cada colônia monitorada por 5 min, em intervalos de uma hora das 5h às 17h. A espécie apresentou atividade entre as temperaturas de 19,6 - 33,5° C, umidade de 38,0 a 80,4% e luz de 210 a 20.000 Lux. A temperatura correlacionou-se positivamente com a coleta de néctar/água e negativamente com pólen, acontecendo relação inversa com a umidade. A intensidade de luz influenciou positivamente todos os tipos de coleta da espécie. A ordem do volume de materiais coletados foi néctar/água, pólen e material de construção. Os picos de coletas de pólen ocorreram entre 6h e 7h com temperatura abaixo de 23° C e umidade próxima a 80%. Os picos de coleta de néctar/água ocorreram entre 14h e 16h, com temperaturas próximas de 31° C e umidade em torno de 55%. O fluxo total de entrada de abelhas foi maior no período seco do ano, tanto no meliponário 1 (seco = 2,82±0,22; úmido=1,19±0,22) quanto no meliponário 2 (seco = 2,19±0,31; úmido 2,17±0,29). O ambiente interno das colmeias apresentou maior ($p < 0,01$) temperatura que o ambiente externo. As médias de temperatura interna dos potes cerâmicos e das caixas de madeira foram no período seco respectivamente 22,08±0,31 e 21,89±0,29 e no período úmido 23,34±0,48 e 23,20±0,25, sendo que os potes cerâmicos apresentaram maior média ($p < 0,01$) que as caixas de madeira. A umidade interna das colmeias seguiu o mesmo comportamento, com maior média nos potes sendo as médias do período úmido dos potes 89,35±0,94 e das caixas 86,47±0,11, enquanto no período seco

foram nos potes $87,41 \pm 0,56$ e nas caixas $82,24 \pm 0,74$. Conclui-se que a atividade de *M. quinquefasciata* foi influenciada por fatores climáticos, disponibilidade dos recursos e tipo de material utilizado na confecção das colmeias, sendo que os potes cerâmicos proporcionaram melhores condições de ambiência para as colônias.

Palavras chaves: Atividade de voo. Condições climáticas. Tipos de Colmeias. Abelhas sem ferrão.

ABSTRACT

The *Melipona quinquefasciata* bee, which nests in the ground, is used in an extractive way, not having a rational management system for the species. Thus, this study aimed at evaluating the influence of environmental conditions and different types of hives (wooden box and ceramic pot) in the flying activity of this bee, contributing to the development of a rational management system to the specie. The experiment was conducted in Araripe Plateau for 12 months, from July 2014 until June 2015. During the study, monthly observations of the flying flow of the bees were performed and weather data in two meliponaries were collected. In meliponary 1 (Barbalha-CE), colonies were observed in three ceramic pots and four wooden boxes and collected every hour, throughout a year, as well as internal temperature data and internal humid hives. In meliponary 2 (Moreilândia-PE) colonies were monitored in five ceramic pots and four wooden boxes. In both meliponaries the observations were carried out for five days, each colony monitored for 5 minutes at intervals of one hour from 5a.m to 5 p.m. The species showed activity between temperatures from 19.6 to 33.5° C, humidity from 38.0 to 80.4% and light 210 – 20,000 Lux. The temperature was positively correlated with collecting nectar/water and negatively with pollen, while the inverse relationship in relation to the humidity was observed. The light intensity positively influenced all types of collection of species. The order volume of collected materials was nectar/water, pollen and building materials. The pollen collection peaks occurred between 6a.m and 7a.m with temperature below 23° C and humidity close to 80%. The nectar/water collection peaks occurred between 2p.m and 16p.m, with temperatures close to 31°C and humidity around 55%. The total flow of bee entry was higher than in the drier periods, in both meliponary 1 (dry = 2.82 ± 0.22 ; damp = 1.19 ± 0.22) and meliponary 2 (dry = 2.19 ± 0.31 , 2.17 ± 0.29 wet). The internal environment of the hives presented higher ($p < 0.01$) temperature than the external environment. The average internal temperature of ceramic pots and wooden boxes in the drier periods were 22.08 ± 0.31 and 21.89 ± 0.29 , respectively, and in the humid periods were 23.34 ± 0.48 and 23.20 ± 0.25 , and the ceramic pots had higher average ($p < 0.01$) than the wooden boxes. The internal humidity of the hives followed the same pattern, with the highest average in the pots being the average of the humid season of the pots 89.35 ± 0.94 and 86.47 ± 0.11 of the cases, while in the drier periods the average of the pots were 87.41 ± 0.56 and the average of the boxes were 82.24 ± 0.74 . We conclude that *M. quinquefasciata* activity was influenced by climatic factors, availability of resources and type of material used in the

manufacture of hives, and also that the ceramic pots provided better ambience conditions for the colonies.

Keywords: Flight activity. Climate conditions. Types of Hives. Stingless Bees.

INTRODUÇÃO

As operárias das abelhas eusociais Meliponini, também conhecidas por abelhas sem ferrão, realizam diversas atividades para garantir o desenvolvimento das colônias, entre essas está a coleta de recursos alimentares e de construção (ROUBIK, 1989). A regulação dessa atividade externa, também conhecida por forrageio, está relacionada a características biológicas de cada espécie, a demanda por recurso e as condições ambientais (HILÁRIO *et al.*, 2001; BELLUSCI, S. e M. D. MARQUES. 2001; SILVA *et al.*, 2011; FIGUEIREDO-MECCA *et al.*, 2013).

Estudos têm sido realizados na busca por entender em que grau cada um desses fatores influenciam de forma integrada ou isoladamente no forrageio das espécies de abelhas sem ferrão. Esses estudos são baseados na contagem das operárias que entram e saem das colônias, determinando qual material elas transportam (HILÁRIO *et al.*, 2007). Seu acompanhamento pode proporcionar melhor compreensão sobre a biologia das abelhas, seu comportamento de coleta, bem como permite inferir sobre o estado geral das colônias (HILÁRIO *et al.*, 2001; GOUW e GIMENES, 2013).

No Brasil, existem vários estudos desse tipo, com diferentes espécies de abelhas do gênero *Melipona* (OLIVEIRA-ABREU *et al.*, 2014; FIDALGO e KLEINERT, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2006). Contudo, não são encontradas avaliações quanto à influência dos diferentes tipos de colmeia usada no manejo dessas abelhas. Além disso, são escassas as informações sobre espécie que nidificam no subsolo, como é o caso de *Melipona quinquefasciata* (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002), que tem importante potencial para produção de mel (KERR *et al.*, 2001; ALVES *et al.*, 2006), mas ainda não tem um sistema de produção consolidado.

Dessa forma, esse trabalho objetivou analisar a influência das condições ambientais e de dois tipos de colmeia usados no manejo dessa abelha sobre o comportamento de forrageio. De modo a construir conhecimentos que possam contribuir para composição de um sistema de manejo racional para a espécie.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido, na Chapada do Araripe, durante o período de doze meses (de julho de 2014 a junho de 2015). Sendo avaliada influência das variáveis climáticas no comportamento de voo das abelhas. Assim como, foram comparadas as diferenças do fluxo de operárias entre os tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) e entre os períodos seco e úmido do ano (período seco – janeiro a junho e período úmido – julho a dezembro).

Caracterização da área de estudo

As áreas de coleta foram as mesmas descritas no capítulo 2 dessa tese. O meliponário 1, em Barbalha-CE, em vegetação de floresta úmida do sedimentar e meliponário 2, em Moreilândia-PE, em vegetação de caatinga do sedimentar (carrasco). Ambos inseridos na Chapada do Araripe.

Os modelos de colmeias utilizados para alojar os ninhos da espécie *Melipona quinquefasciata* foram caixa de madeira e pote cerâmico. O primeiro modelo era um recipiente cilíndrico de cerâmica (pote cerâmico), de 25 cm de altura por 25 cm de diâmetro, sem divisórias internas e paredes de 8 mm de espessura. No centro da parede, havia um orifício de 16 mm, por onde passava um eletroduto flexível de 3/8” de diâmetro e 60 cm de comprimento, usado como o túnel de entrada. No centro do assoalho, havia um orifício de 6 mm, para drenagem de excesso de umidade. A tampa consistia de uma ladrilho cerâmico de 30 cm x 30 cm e abaixo desta foi colocada uma lona como subtampa. Este modelo vem sendo desenvolvido pelos experientes meliponicultores, Selma Carvalho, Francisco da Chagas Carvalho e Tertuliano Aires Neto há quase uma década na Chapada do Araripe, no Refúgio das Abelhas Professor Paulo Nogueira Neto (CORTOPASSI-LAURINO, 2009).

O segundo modelo consistia em uma caixa de madeira, sem divisórias internas, medindo 15 cm de altura por 15 cm de largura e 50 cm de comprimento. As paredes tinham 2,5 cm de espessura e um orifício lateral direito de 16 mm, por onde passava um eletroduto igual ao usado no pote de cerâmica. A tampa era também de madeira e fixa por dobradiças, abaixo desta, havia uma subtampa de plástico tipo acetato transparente.

Atividade externa das operárias

A avaliação da atividade externa das operárias foi realizada segundo adaptação da metodologia de Hilário *et al.* (2000). Durante o período de estudo foi mensurado o número de operárias de *M. quinquefasciata* que entravam e saíam em cada uma das colônias. Bem como, o tipo de carga transportada (néctar/água, pólen, material de construção, livre de carga e lixo), por 5 minutos, para cada hora do dia (entre 5:00h e 17:00 h). Essas observações foram realizadas em ambos os meliponários, nos 10 primeiros dias de cada mês. Sendo cinco dias de coleta no meliponário 1 e cinco dias de coleta no meliponário 2.

A cada hora do dia, durante as contagens das abelhas foram também registradas as seguintes variáveis climáticas: temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e luminosidade. Para coleta dessas informações foi utilizado Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro Digital (THAL-300).

O número de colmeias avaliadas no meliponário 1 foram três caixas de madeira e quatro potes cerâmicos, enquanto, no meliponário 2 foram quatro caixas de madeira e cinco potes cerâmicos.

Temperatura e umidade interna das colmeias

A determinação das temperaturas e umidade internas das colmeias e externa, foi realizada no meliponário 1. Os dados foram coletados em, quatro potes cerâmicos e três caixas de madeira, ininterruptamente, a cada hora, durante todo o período da pesquisa, usando *data loggers* modelo Hobo U12. Além dessas colmeias foi realizado registro da temperatura e umidade no ambiente externo como testemunha. O cuidado de revestir os data logger com tela metálica com malha de 1 mm foi tomado para impedir que as abelhas propolizassem a abertura dos sensores.

Análise estatística.

Os dados da atividade externa das operárias e das variáveis meteorológicas foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov - Smirnov. Em ambos os casos os dados apresentaram distribuição não paramétrica ($p > 0,05$).

Assim, as médias de cada fator climático (temperatura, umidade, luminosidade e velocidade do vento) foram comparadas entre os períodos do ano (seco e úmido) em cada meliponário usando o teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$). A avaliação da correlação entre atividade externa e as variáveis climáticas foi realizada pela análise de correlação de Spearman.

As médias do fluxo de abelhas a cada hora do dia foi comparado por meio do teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). As médias de cada tipo de carga transportada pelas abelhas (entrado: néctar/água, pólen, material de construção e saindo: livre de carga e com lixo) em cada meliponário foi comparada entre os períodos seco e úmido do ano, e entre os tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) usando o teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

A ambiência das colônias no meliponário 1 foram avaliadas quanto ao tipo de colmeias (madeira e barro) pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,01$). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software IBM® SPSS Statistics 20.0.

Resultados

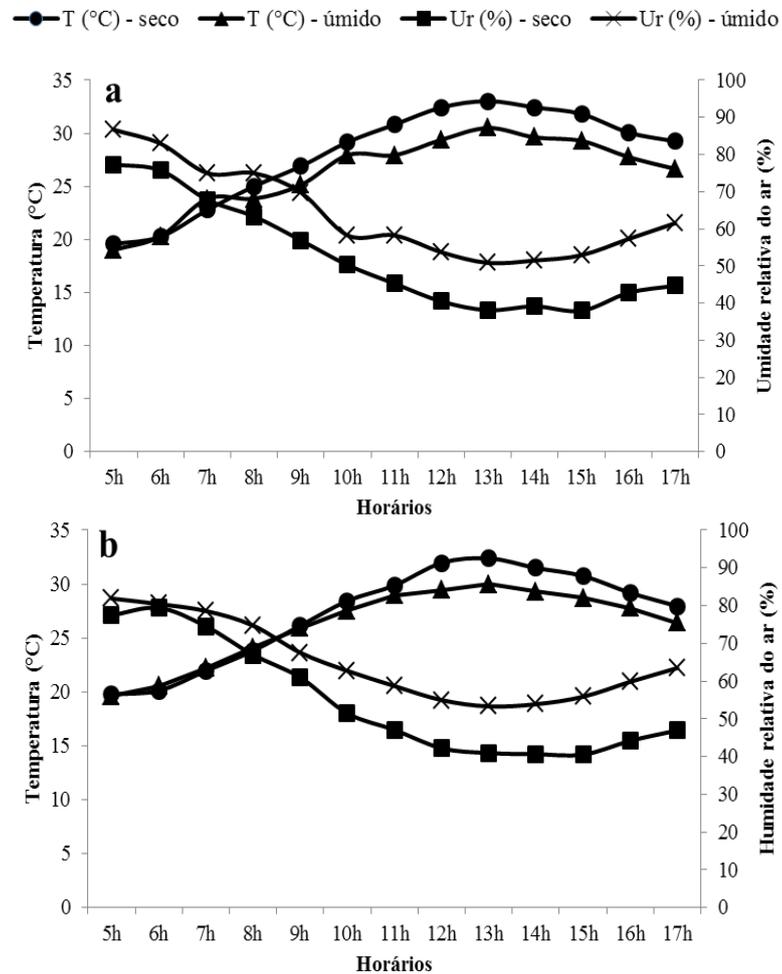
Atividade externa das operárias

O esforço amostral contou com um total de 12.480 horas de observações. No meliponário 1, foi registrado um total de 15.294 e 22.046 operárias entrando e saindo das colmeias, respectivamente. No meliponário 2, observaram-se 11.697 e 9.884 operárias entrando e saindo das colmeias, respectivamente.

As maiores temperaturas ($p < 0,05$), tanto no meliponário 1, quanto no meliponário 2, ocorreram no período seco. A umidade relativa foi maior ($p < 0,05$) nos dois meliponários no período úmido.

A espécie apresentou atividade entre as temperaturas de 19,6 - 33,5° C, umidade relativa do ar de 38,0 – 80,4%, ventos de 2,5 - 8,5 m/s e intensidade de luz solar de 210 - 20.000 Lux (Gráfico 1a e 1b).

Gráfico 1. Média diária de temperatura e umidade relativa do ar no (a) meliponário 1 (Barbalha-CE, Brasil), e (b) meliponário 2 (Moreilândia-PE, Brasil), ao longo do dia, nos períodos úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014) do ano. Chapada do Araripe, Brasil.

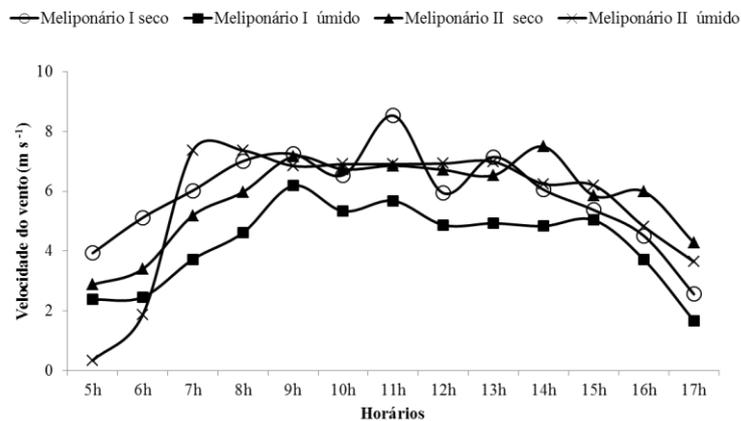


Fonte: Mascena, 2016.

A velocidade média do vento não diferiu ($p > 0,05$) entre os períodos do ano no meliponário 2, mas no meliponário 1 ela foi maior no período seco do que no período úmido ($p < 0,05$). O comportamento dessa variável climática é mostrado no gráfico 2.

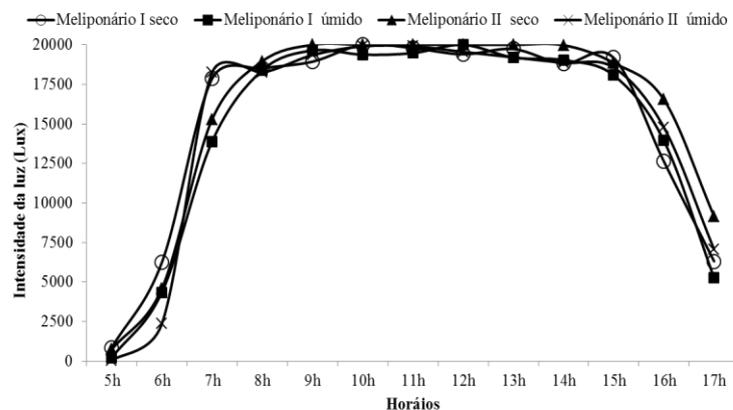
A intensidade de luz solar não diferiu ($p > 0,05$) entre os períodos no meliponário 1. Contudo, no meliponário 2 (carrasco) foi significativamente maior no período seco ($p < 0,05$). O comportamento dessa variável climática é mostrado no gráfico 3.

Gráfico 2. Média diária da velocidade do vento (m/s) no meliponário 1 (Barbalha-CE, Brasil), e meliponário 2 (Moreilândia-PE, Brasil), ao longo do dia, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Chapada do Araripe, Brasil.



Fonte: Mascena, 2016

Gráfico 3. Média diária da intensidade da luz solar (Lux) no meliponário 1 (Barbalha-CE, Brasil), e meliponário 2 (Moreilândia-PE, Brasil), ao longo do dia, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Chapada do Araripe, Brasil.



Fonte: Mascena, 2016.

O tráfego total de entrada e saída das operárias apresentou correlação positiva e significativa ($p < 0,01$) com todos os tipos de cargas, nos dois meliponários. Sendo mais forte quando correlacionados com a entrada de néctar/água ($r > 0,86$) e saída livre de carga ($r > 0,96$) (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman (r), entre a atividade externa de abelha *Melipona quinquefasciata* e fatores climáticos no meliponário 1 (Barbalha-CE) e meliponário 2 (Moreilândia-PE), nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Chapada do Araripe, Brasil.

		Coeficientes de correlação de Spearman						
		Entrada Total	Saída Total	Pólen	Néctar e/ou água	Material de construção	Livre de carga	Lixo
		Meliponário 1						
Período Seco	Entrada Total	-	0,736*	0,573*	0,926*	0,248*	0,704*	0,341*
	Saída Total	0,736*	-	0,402*	0,704*	0,175*	0,969*	0,417*
	Temperatura (C°)	0,192*	0,168*	0,015	0,198*	0,014	0,152*	0,156*
	Umidade do ar (%)	-0,191*	-0,160*	0,027	-0,213*	-0,014	-0,135*	-0,187*
	Vento (m/s)	0,040*	-0,028	0,011	-0,023	-0,021	-0,033	0,027
	Luminosidade (Lux)	0,180*	0,180*	0,174*	0,123*	0,043*	0,183*	0,064*
Período Úmido	Entrada Total	-	0,554*	0,320*	0,892*	0,317*	0,529*	0,271*
	Saída Total	0,554*	-	0,278*	0,522*	0,176*	0,962*	0,428*
	Temperatura (C°)	0,302*	0,233*	-0,045*	0,311*	0,068*	0,215*	0,137*
	Umidade do ar (%)	-0,202*	-0,189*	0,054*	-0,216*	-0,004	-0,172*	-0,126*
	Vento (m/s)	0,026	0,050*	0,042*	0,001	0,039*	0,047*	0,012
	Luminosidade (Lux)	0,237*	0,204*	0,103*	0,202*	0,079*	0,207*	0,048*
		Meliponário 2						
Período Seco	Entrada Total	-	0,661*	0,519*	0,914*	0,391*	0,637*	0,307*
	Saída Total	0,661*	-	0,317*	0,623*	0,282*	0,977*	0,368*
	Temperatura (C°)	-0,192*	0,117*	0,003	0,212*	0,075*	0,093*	0,183*
	Umidade do ar (%)	-0,148*	-0,078*	0,034*	-0,173*	-0,027	-0,048*	-0,194*
	Vento (m/s)	0,011	-0,026	0,037*	-0,027	-0,023	-0,031	0,008
	Luminosidade (Lux)	0,191*	0,109*	0,045*	0,193*	0,067*	0,110*	0,048*
Período Úmido	Entrada Total	-	0,504*	0,592*	0,857*	0,395*	0,479*	0,220*
	Saída Total	0,504*	-	0,279*	0,454*	0,204*	0,968*	0,328*
	Temperatura (C°)	0,195*	0,109*	-0,048*	0,244*	0,061*	0,077*	0,184*
	Umidade do ar (%)	-0,163*	-0,089*	0,087*	-0,225*	-0,026	-0,054*	-0,188*
	Vento (m/s)	0,206*	0,154*	0,087*	0,180*	0,056*	0,158*	0,041*
	Luminosidade (Lux)	0,306*	0,236*	0,196*	0,254*	0,098*	0,236*	0,064*

* Correlação significativa a 1%.

Fonte: Mascena, 2016.

A correlação entre a temperatura e a atividade externa de entrada foi positiva e significativa ($p < 0,01$) para o número total de operárias entrando, coleta néctar/água e material de construção. Assim como, também foi positiva e significativa ($p < 0,01$) para a atividade externa de saída livre de carga e saída com lixo, nos dois meliponários para os períodos úmido e seco do ano. A única exceção foi quanto à coleta de pólen. Para qual não houve correlação significativa ($p > 0,01$) no período seco e no período úmido foi negativa e significativa ($p < 0,01$) para os dois meliponários.

A umidade relativa do ar nas duas áreas apresentou correlação negativa e significativa ($p < 0,01$) entre todos os tipos de trânsito. A exceção ocorreu com a coleta de pólen que foi positiva e significativa ($p < 0,01$) no meliponário 2. Assim como, com a coleta de material de construção, que não foi significativa ($p > 0,01$), nos dois meliponários e nos dois períodos do ano, seco e úmido (Tabela 2).

A correlação entre luminosidade e o trânsito das várias cargas para as colônias foi positiva e significativa ($p < 0,01$), independente dos meliponários e dos períodos climáticos do ano.

No caso da velocidade do vento, durante o período seco, houve correlação significativa ($p > 0,01$) apenas para entrada total de abelhas no meliponário 1 e para coleta de pólen no meliponário 2. No período úmido, o meliponário 2 apresentou correlação positiva ($p < 0,01$) com todos os tipos de trânsito com exceção para o material de construção. Já no meliponário 1, durante o período úmido não foi significativo ($p > 0,01$) para o fluxo total de abelhas, a coleta de néctar/água e a retirada de lixo (Tabela 2).

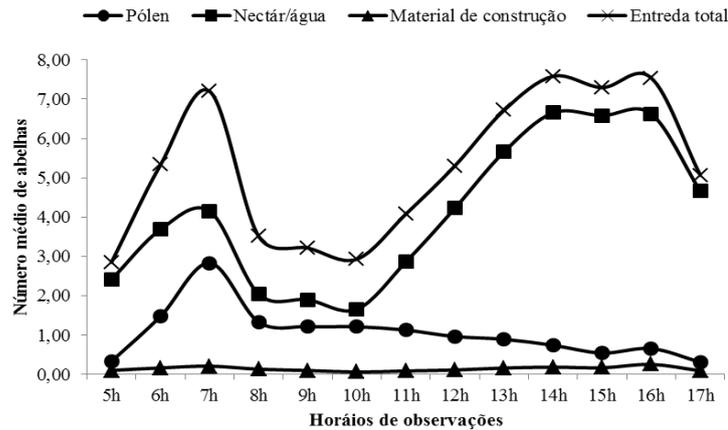
O fluxo médio de entrada e saída de operárias apresentou diferenças entre as médias de cada horário pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). O que configurou picos de atividade em alguns horários específicos. O início da atividade de voo das colônias foi às cinco horas, tanto no meliponário 1 quanto no meliponário 2. As médias climáticas desses horários foram respectivamente, temperatura 19,57-19,77° C, umidade de 77,4 - 77,3%, e intensidade de luz solar de 736 - 846 Lux. Quanto ao período úmido, não houve atividade às cinco horas.

No meliponário 1, o pico de entrada total de abelhas e coleta de pólen ocorreu às sete horas nos dois períodos do ano. As variáveis climáticas no período seco foram de 21,9° C de temperatura, 74,5% de umidade e intensidade de luz solar de 17.859 Lux. No período úmido, as variáveis climáticas foram de 22,2° C de temperatura, 78,5% de umidade e luminosidade de 13.886 Lux.

Ainda no meliponário 1, o primeiro pico de coleta de néctar/água do período seco foi também às sete horas. No período úmido, não houve configuração de dois picos. A entrada total de abelhas no período seco e a coleta de néctar/água seguiram em decréscimo até às dez horas (Gráfico 4 e 5).

A partir desse horário o fluxo cresceu alcançando atividade máxima às quatorze horas (Gráfico 4 e 5), a 31,4° C de temperatura, 40,65% de umidade, e intensidade de luz solar de 18.814 Lux. Durante o período úmido, aconteceu às quinze horas, a 28,7° C de temperatura, 55,9% de umidade e intensidade de luz solar de 18073 Lux.

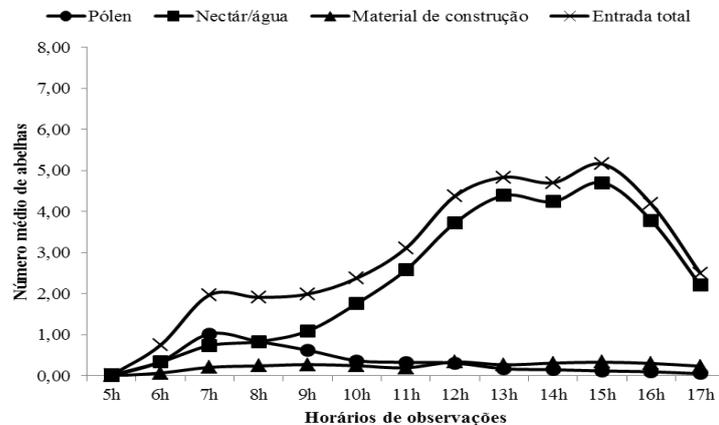
Gráfico 4. Fluxo médio diário de entrada de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário1, durante o período seco do ano (julho a dezembro). Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

A coleta de material de construção foi distribuída ao longo de todo dia, sem configurar picos nas duas áreas, e nos dois períodos do ano (Gráfico 4 e 5).

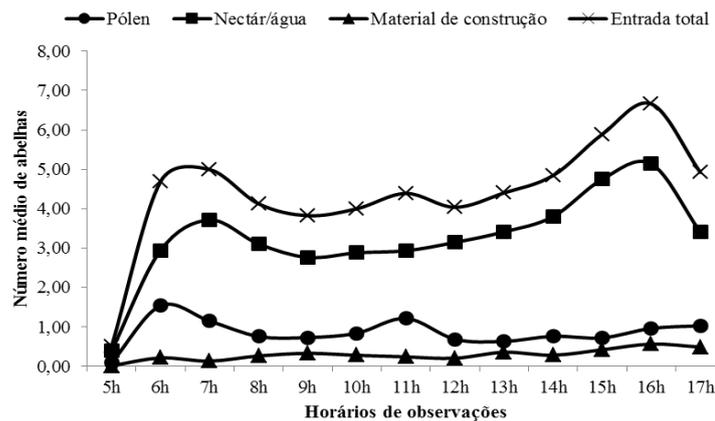
Gráfico 5. Fluxo médio diário de entrada de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 1, durante o período úmido do ano (janeiro a junho). Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, 2015.



Fonte: Mascena, 2016.

No meliponário 2, durante o período seco, às seis horas ocorreu o pico de coleta de pólen (Gráfico 6) a uma temperatura de 20,3° C, umidade relativa de 76% e intensidade de luz solar de 4.583 Lux. Após esse horário, a coleta de pólen decresceu até o fim do dia. A entrada total de abelhas e a coleta de néctar/água alcançou um pico às sete horas sob 22,8° C de temperatura, 67,8% de umidade e intensidade de luz solar de 15.278 Lux. Após esse horário, a entrada total de abelhas e a coleta de néctar/água diminuíram até às doze horas. Essas duas atividades voltaram a crescer, alcançando máximo fluxo às dezesseis horas (Gráfico 6) a 27,8° C de temperatura, umidade de 57,3% e intensidade de luz solar de 14.783 Lux.

Gráfico 6. Fluxo médio diário de entrada de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 2, durante o período seco do ano (julho a dezembro). Chapada do Araripe, Brasil, 2014.

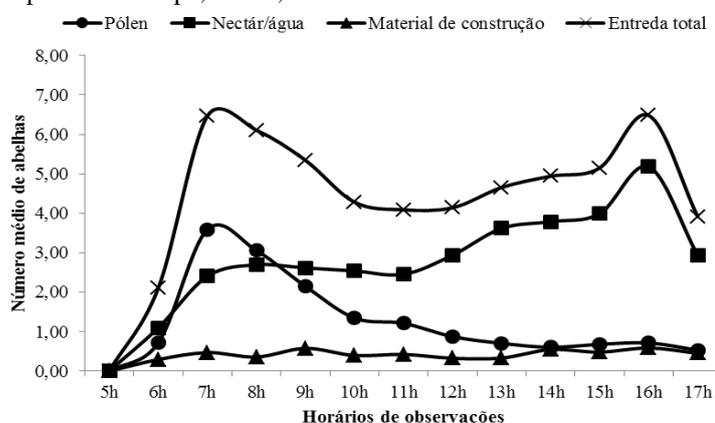


Fonte: Mascena, 2016.

No período úmido no meliponário 2, a entrada total de abelhas e a coleta de pólen alcançaram seu primeiro pico às sete horas (Gráfico 7) a 22,2° C de temperatura, 79,7% de umidade e intensidade de luz solar de 15.545 Lux. Após esse horário, a coleta de pólen reduziu até às 17 horas (Gráfico 7).

A coleta de néctar/água, no meliponário 2, alcançou pico às oito horas a 23° C de temperatura, 74,9% de umidade e intensidade de luz solar de 18.248 Lux. Após esse horário, a entrada total de abelhas diminuiu e a coleta de néctar/água estabilizou-se até às doze horas. O fluxo voltou a crescer alcançando novo pico às dezesseis horas (Gráfico 7) a 30,0° C temperatura, 42,7% de umidade e intensidade de luz solar de 16.537 Lux.

Gráfico 7. Fluxo médio diário de entrada de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 2, durante o período úmido do ano (janeiro a junho). Chapada do Araripe, Brasil, 2015.



Fonte: Mascena, 2016.

A coleta de pólen independente da área e período do ano apresentou todos os picos entre 6 e 7 horas com temperatura abaixo de 23° C e umidade relativa próxima a 80%, ocorrendo os maiores volumes no período úmido. Enquanto, a coleta de néctar/água foi distribuída durante todo o dia, mas apresentou maiores picos à tarde, entre 14 e 16 h, a uma temperatura próxima de 31° C e umidade relativa em torno de 55%, sendo os maiores volumes coletados no período seco nas duas vegetações.

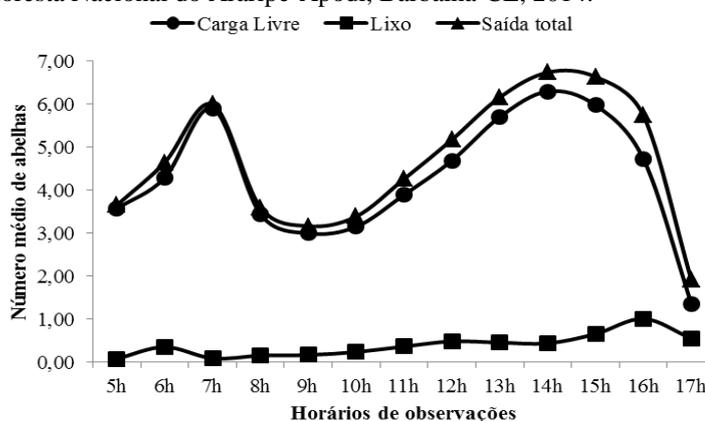
No meliponário 1, durante o período seco do ano, a saída das operárias, teve início às cinco horas, nas mesmas variáveis climáticas do pico de entrada de abelhas. Todavia, no período úmido, o fluxo começou às seis horas, a 20,5° C de temperatura, 78,5% de umidade, e intensidade de luz solar de 13.886 Lux (Gráfico 8 e 9).

O pico de saída de abelhas, no meliponário 1, ocorreu às sete horas nos dois períodos do ano. No mesmo horário e sob mesmas variáveis climáticas do pico de entrada de operárias dos respectivos períodos do ano (Gráfico 8 e 9). No período seco, a atividade diminuiu até às nove horas, alcançando novo pico às quatorze horas e sob as variáveis

climáticas de 30,0° C de temperatura, 53,3% de umidade, intensidade de luz solar de 19.195 Lux. Depois desse novo pico, a atividade decresceu até encerrar às dezessete horas.

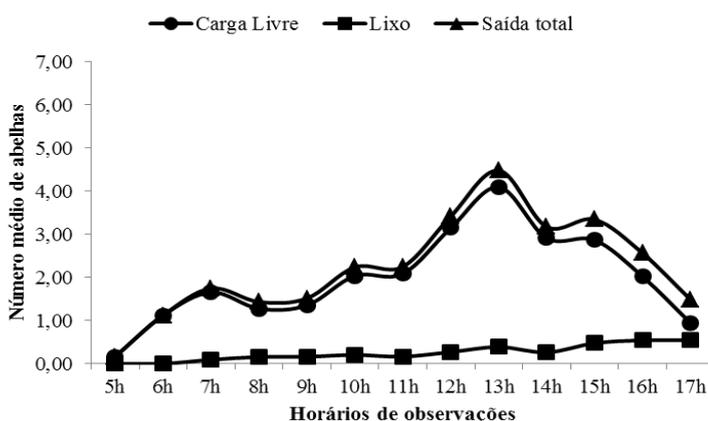
No período úmido, a atividade decresceu das oito às nove horas. As dez iniciou novo crescimento alcançando o pico às treze horas, sob as variáveis climáticas de 28,9° C de temperatura, 53,3% de umidade e intensidade de luz solar de 19.195 Lux (Gráfico 9).

Gráfico 8. Fluxo médio diário de saída de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 1, durante o período seco do ano (julho a dezembro). Floresta Nacional do Araripe-Apodi, Barbalha-CE, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Gráfico 9. Fluxo médio diário de saída de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 1, durante o período úmido do ano (janeiro a junho). Floresta Nacional do Araripe-Apodi, Barbalha-CE, 2015

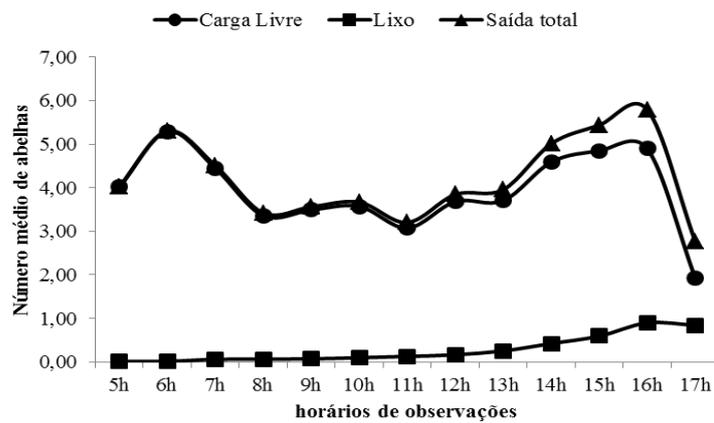


Fonte: Mascena, 2016.

No meliponário 2, durante o período seco, o primeiro pico de saída de abelhas aconteceu às seis horas nos dois períodos do ano. No período seco, as variáveis climáticas foram 20,2° C de temperatura, 75,7% de umidade e intensidade de luz solar de 4582 Lux.

Enquanto, no período úmido, foram 20,3° C de temperatura, 79,9% de umidade e intensidade de luz solar de 2.353 Lux. Entre sete e onze horas, observou-se o declínio da atividade no período seco, o que se estendeu até às doze horas no período úmido (Gráfico 10 e 11).

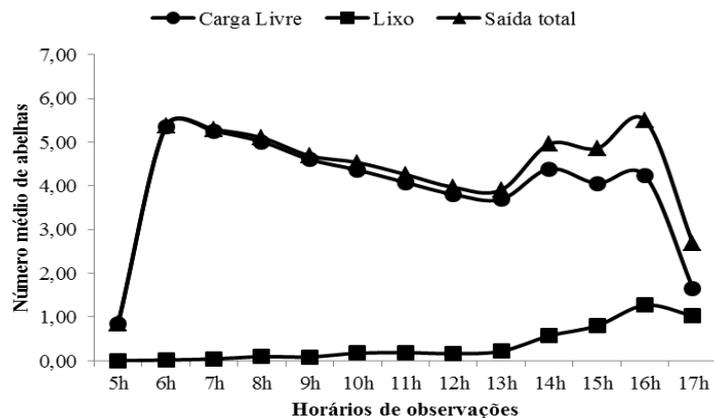
Gráfico 10. Fluxo médio diário de saída de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 2, durante o período seco do ano (julho a dezembro). Chapada do Araripe, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

A partir das doze horas no período seco e às treze horas no período úmido, teve início um crescimento seguido de um leve declínio às quinze. Às dezesseis horas aconteceu novo pico, observado nos dois períodos do ano, sob as mesmas variáveis climáticas do pico de entrada total de operárias para os dois períodos do ano (Gráfico 10 e 11).

Gráfico 11. Fluxo médio diário de saída de abelha *Melipona quinquefasciata*, ao longo do dia, em colônias manejadas, no meliponário 2, durante o período úmido do ano (janeiro a junho). Chapada do Araripe, Brasil, 2015.



Fonte: Mascena, 2016.

A saída com lixo foi praticamente nula durante a manhã, nos dois meliponários e nos dois períodos do ano. Os maiores fluxos aconteceram entre as doze e dezessete horas (Gráficos 9 a 12). No meliponário 1, desenvolveu pico apenas no período úmido também às dezesseis horas (Gráfico 9) a 27,7 °C de temperatura, 59,8% de umidade e intensidade de luz solar de 13.937,3 Lux. No meliponário 2, alcançaram valores máximos às dezesseis horas (Gráficos 10 e 11) sob as mesmas variáveis climáticas do pico de entrada total de operárias e coleta de néctar/água, para essa vegetação nos dois períodos do ano.

Os fluxos de entrada e saída com qualquer tipo de material ou livre de carga, não iniciavam sem que houvesse a presença de uma operária, guarda na entrada das colmeias. A movimentação diária encerrava-se às dezoito horas nas duas áreas, para os dois períodos do ano. Esse momento coincidia com o pôr do sol, quando a abelha guarda se recolhia para o interior da colônia. Em nenhum momento durante as coletas dos dados foi registrada a obstruções da entrada das colônias.

Nos horários mais frios, entre 5 às 6 horas e por volta das 18 horas, assim como em momentos de altas temperaturas, das 12 às 14 horas, foi possível ouvir forte movimento dentro das colônias.

Nos dois meliponários, assim como, nos dois períodos climáticos do ano, o maior volume das coletas foi de néctar/água, seguido do pólen e material de construção. Ao ser avaliada a atividade externa total das operárias de *M. quinquefasciata* entre os períodos do ano, foi observado que o fluxo total de entrada é maior no período seco, tanto no meliponário 1, quanto no meliponário 2 (Tabela 3).

No meliponário 2 a média de transporte de néctar/água não diferiu entre os períodos do ano. Enquanto, para pólen e material de construção, o período úmido foi mais significativo ($p < 0,05$). No meliponário 1, a média de transporte de néctar/água, foi maior no período seco e de material de construção no período úmido (Tabela 03).

A saída total de abelhas, no meliponário 1, foi maior no período seco. Enquanto no meliponário 2 foi maior no período úmido. A maior média de abelhas deixando as colmeias foi registrada livre de carga.

Tabela 3. Médias da atividade externa das operárias de abelha *Melipona quinquefasciata* manejadas em colmeias fora do solo no meliponário 1 (Barbalha-CE) e meliponário 2 (Moreilândia-PE), nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Chapada do Araripe, Brasil.

Local	Tipo de carga	Período do ano	
		Seco	Úmido
		Média das abelhas	Média das abelhas
Meliponário 1	Néctar/água	2,17±0,38a	1,19±0,22b
	Pólen	0,57±0,14a	0,16±0,06b
	Material de construção	0,07±0,03b	0,11±0,04a
	Entrada Total	2,82±0,22a	1,46±0,24b
	Livre de Carga	2,29±0,45a	1,01±0,19b
	Lixo	0,20±0,06a	0,12±0,04b
	Saída Total	2,48±0,44a	1,13±0,20b
Meliponário 2	Néctar/água	1,63±0,26a	1,36±0,20a
	Pólen	0,41±0,11b	0,61±0,13a
	Material de construção	0,14±0,06b	0,20±0,09a
	Entrada Total	2,19±0,31a	2,17±0,29b
	Livre de Carga	1,95±0,33a	1,93±0,29a
	Lixo	0,13±0,04a	0,17±0,05a
	Saída Total	2,09±0,33a	2,16±0,32a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Mann-Whitney, à significância de 1%.

Fonte: Mascena, 2016.

No meliponário 2, não houve diferenças estatísticas entre os períodos do ano para saída com livre de carga, assim como para saída com lixo. No meliponário 1, no período seco apresentou maiores médias na saída de abelhas sem material e com lixo (Tabela 03).

Temperatura e umidade interna das colmeias

Os dados de temperatura interna das colmeias povoadas com colônias de *M. quinquefasciata* mostraram médias significativamente maiores ($p < 0,01$) que as registradas no ambiente externo. As maiores ($p < 0,01$) temperaturas internas foram registradas nas colônias manejadas em potes cerâmicos (Tabela 4).

A umidade seguiu o mesmo comportamento da temperatura, sendo maiores ($p < 0,01$) no ambiente interno das colmeias. Assim como, as colônias manejadas em pote cerâmico apresentou também maior média ($p < 0,01$) de umidade interna quando comparado às colônias manejadas em caixa de madeira (Tabela 5).

Tabela 4. Média de temperatura interna e externa de colônias de abelha *Melipona quinquefasciata* manejadas em modelos diferentes de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico), no meliponário 1, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE.

Tipo de colmeia	Média de temperatura (°C)	
	Período úmido do ano	Período seco do ano
Pote cerâmico	23,34±0,48A	22,08±0,31A
Caixa de madeira	23,20±0,25B	21,89±0,29B
Testemunha (externa)	22,48±0,48C	21,63±0,58C

As médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferiram entre si entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

Fonte: Mascena, 2016.

Tabela 5. Média de umidade relativa interna e externa em colônias de abelha *Melipona quinquefasciata* manejadas em modelos diferentes de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico), no meliponário 1, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE.

Tipo de colmeia	Média de umidade (%)	
	Período úmido do ano	Período seco do ano
Pote Cerâmico	89,35±0,94A	87,41±0,56A
Caixa de Madeira	86,47±0,11B	82,24±0,74B
Testemunha (externa)	78,00±0,93C	74,00±0,28C

As médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferiram entre si entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

Fonte: Mascena, 2016.

O fluxo médio de entrada nas colônias de *M. quinquefasciata*, manejadas nos potes cerâmicos durante o período seco foi maior ($p < 0,01$) do que nas caixas de madeira. No entanto, no período úmido, o fluxo de entrada não diferiu ($p > 0,01$) entre os tipos de colmeias (Tabela 6).

Tabela 6. Média do fluxo de entrada de abelha *Melipona quinquefasciata* em colônias manejadas em diferentes modelos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico), no meliponário 1, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE.

Tipos de colmeia	Médias da entrada de operárias	
	Período seco do ano	Período úmido do ano
Caixa de madeira	1,96±0,51B	1,37±0,34A
Pote cerâmico	3,45±0,68A	1,54±0,32A

As médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferiram entre si entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Mann-Whitney.

Fonte: Mascena, 2016.

Em relação ao fluxo médio de saída, observou-se maior média ($p < 0,01$) nas colônias de *M. quinquefasciata* manejadas nos potes cerâmicos (Tabela 7).

Tabela 7. Média do fluxo de saída de abelha *Melipona quinquefasciata* em colônias manejadas em diferentes modelos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico), no meliponário 1, nos períodos do ano úmido (janeiro-junho de 2015) e seco (julho a dezembro de 2014). Floresta Nacional do Araripe-Apodi, Barbalha-CE.

Tipos de colmeia	Média da saída de operárias	
	Período seco do ano	Período úmido do ano
Caixa de madeira	1,71±0,49B	0,98±0,30B
Pote cerâmico	3,06±0,65A	1,24±0,25A

As médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferiram entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Mann-Whitney.

Fonte: Mascena, 2016.

Nos horários mais frios entre 5-6 horas e por volta das 18 horas, assim como em momentos de altas temperaturas, entre as 12-14 horas, foi possível ouvir forte movimento dentro das colônias.

DISCUSSÕES

A relação entre as condições climáticas e o voo das operárias de *Melipona quinquefasciata* foi influenciada pelas variáveis climáticas, principalmente temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa, semelhante ao que acontece com outras espécies de *Melipona*. Entre as variáveis climáticas a temperatura e a umidade relativa do ar são considerados os principais fatores externos influenciadores da coleta de pólen e néctar em *M. quadrifasciata anthidioides* (OLIVEIRA-ABREU *et al.*, 2014), *M. asilvai* (SOUZA *et al.*, 2006), *M. rufiventris* (FIDALGO e KLEINERT, 2007) e *M. subnitida* (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A coleta de pólen, por *M. quinquefasciata*, apresentou picos nos horários do dia de maior umidade e menor temperatura. No que se refere ao pólen, o padrão mais aceito para *Melipona* é uma maior coleta entre o início e o final da manhã. O que em regiões tropicais é atribuída a uma maior oferta do recurso nesses momentos, diminuindo ao longo do dia. Essa situação aponta ainda que seria mais vantajoso às abelhas, realizarem a coleta desse recurso tão logo esteja disponível (ROUBIK, 1992).

Essa concentração de coleta no início do dia coincide também com horários de maior umidade e baixas temperaturas. Sendo aceitável que esse fator climático, possa ser utilizado pelas abelhas como indicativo da disponibilidade de pólen, como sugerido para *Melipona scutellaris* (SILVA *et al.*, 2011). Há também, possivelmente, a ação da umidade sobre a liberação do pólen pelas plantas, assim como níveis elevados de umidade poderiam influenciar sua recolha, ao facilitar a aglutinação dos grãos (CORTOPASSI-LAURINO, *et al.*, 2007).

A coleta de néctar/água foi distribuída ao longo de todo o dia, com picos de coleta em horários de temperaturas moderadas e baixa umidade. Esta relação pode ser resultado de maiores concentrações de açúcar nesse recurso. Ao contrário do pólen, o volume de secreção do néctar nas flores pode ser renovado ao longo do dia. Ou mesmo, o recurso pode ter sua qualidade incrementada pelo aumento da concentração de açúcares. Esse recurso é coletado por espécies de *Melipona* com concentrações entre 5 e 72,4% (ROUBIK *et al.*, 1995; BIESMEIJER *et al.*, 1999; CORTOPASSI-LAURINO, *et al.*, 2007; FIDALGO e KLEINERT, 2010), sendo preferidos níveis próximo aos 60% (ROUBIK e BUCHMAN, 1984). Bem como, evidências mostram que a concentração de açúcar do néctar coletado por espécies do gênero aumentam como a ação da temperatura, umidade relativa do ar e luz solar (BIESMEIJER *et al.* 1999; PIERROT e SCHILINDWEIN, 2003; FIDALGO e KLEINERT, 2010).

A intensidade da luz também se relacionou de forma fundamental na atividade de voo *M. quinquefasciata*, estando correlacionada positivamente a todos os tipos de recurso coletado e servindo de gatilho para o início e final da atividade. Não havendo qualquer fluxo sem presença de luz. Em outras espécies de *Melipona*, a intensidade luminosa foi relatada com papel semelhante, influenciando a coleta de néctar em *M. rufiventris* (FIDALGO e KLEINERT, 2007) e pólen por *M. marginata obscurior* (BORGES e BLOCHTEIN, 2005). Assim como, foi associada a um ciclo de claro e escuro que desencadearia a atividade de *M. scutellaris* (GOUW e GIMENES, 2013).

A velocidade do vento para a atividade de *M. quinquefasciata*, parece não apresentar uma relação forte. Essa condição climática, possivelmente, teve influência apenas quando de forma conjunta com a temperatura e umidade. Essa mesma inferência já havia sido comentada para *M. marginata obscurior*, *M. subnitida*, *M. bicolor schencki*. Também, para essas espécies a velocidade do vento não desenvolveu relação significativa com o fluxo de

coleta e se apresentou de forma muito irregular (BORGES e BLOCHTEIN, 2005; FERREIRA-JUNIOR *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

O ritmo diário de coleta desenvolvido por *M. quinquefasciata*, para coleta de néctar/água e pólen, recursos que apresentaram maior relação com a entrada e saída total de abelhas nas colônias, delimitaram uma divisão temporal de atividade externa. Os picos tanto de entrada quanto de saída total, ocorrem de forma semelhante. Um menor no início da manhã, e outro mais forte no final da tarde, independente da vegetação e período do ano.

Em outras espécies de *Melipona*, o ritmo diário segue uma divisão temporal semelhante, com maior atividade de coleta de pólen pela manhã e de néctar distribuída ao longo do dia, com maiores volumes entre o fim da manhã e início da tarde. Esse comportamento já foi observado em *M. favosa* (SOMMEIJER *et al.*, 1983), *M. fasciata*, *M. compressipes*, *M. fuliginosa* (ROUBIK e BUCHMANN, 1984), *M. beecheii* (BRUIJIN e SOMMEIJER, 1997), *M. scutellaris* (PIERROT e SCHLINDWEIN, 2003), *M. crinita*, *M. flavolineata*, (CORTOPASSI-LAURINO, *et al.*, 2007), *M. marginata obscurior* (BORGES e BLOCHTEIN, 2005), *M. rufiventris* (FIDALGO e KLEINERT, 2010), *M. eburnea* (NATES-PARRA e RODRÍGUEZ, 2011).

Os fatores climáticos e a disponibilidade de recursos são influenciadores externos importantes na atividade de voo de *Melipona*. Esses fatores, quando relacionados às características fisiológicas, populacionais e de comunicação das operárias compoem um relógio biológico (GOUW e GIMENES, 2013; MAIA-SILVA *et al.*, 2014).

Ao ser considerado um fato a existência da relação entre o clima e a atividade das operárias de *M. quinquefasciata*, podemos inferir que o comportamento apresentado pela espécie, com pico de coleta em momentos específicos do dia, também sinaliza a existência desse relógio biológico nas suas atividades. Ao avaliarmos que as coletas foram desenvolvidas em vegetações habitat desta espécie, podemos considerar que esse seja o comportamento padrão desenvolvido ao logo da história evolutiva da mesma.

Dessa forma, salientamos ainda, que seria muito interessante, a realização de comparativos com forrageio em outras áreas de ocorrência natural da espécie a fim de melhor compreendermos esse relógio biológico.

O relógio biológico de atividade de uma espécie está relacionado ainda a uma janela ambiental ótima de forrageamento, condicionada também a disponibilidade de recursos e clima (MAIA-SILVA *et al.*, 2014). Essa janela pode ocorrer por alguns meses como em

colônias de *M. asilvai* que desenvolveram maior atividade de voo nos meses em que a vegetação apresentava maior floração (SOUZA *et al.*, 2006). Ou durante estações completas como em *M. b. schencki* que apresentou voo mais intenso na primavera e verão (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2014) e *M. eburnea* que teve maior número de operárias entrando nas colônias na época chuvosa (NATES-PARRA e RODRÍGUEZ, 2011).

No caso *M. quinquefasciata*, a janela ambiental ótima da espécie está possivelmente, fortemente relacionada à disponibilidade de recursos. Na formação vegetal floresta úmida do sedimentar período seco foi mais expressivo para atividade externa das operárias, o que se deve ao fato, de ter apresentado maior floração nesse período.

A única exceção foi quanto à coleta de material de construção, que se apresentou maior no período úmido, nas duas vegetações, possivelmente, uma consequência da maior oferta de barro úmido. Na região Amazônica espécies de *Melipona* coletam, maiores quantidades de barro após as chuvas (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2007), podendo ser uma resposta à necessidade de corrigir frestas nas colmeias para evitar baixas temperatura e umidade.

A maior coleta de pólen no período úmido na vegetação de Caatinga do sedimentar (carrasco) pode, possivelmente, ser uma resposta a uma floração em massa que tenha disponibilizado esse recurso durante o período.

A ordem do volume de coleta das operárias de *M. quinquefasciata*, em que o maior volume total de coleta é de néctar/água, seguido por pólen e material de construção é semelhante ao observado em outras espécies do gênero. Tais como em *M. scutellaris* (PIERROT e SCHLINDWEIN, 2003), *M. asilvai*, (SOUZA *et al.*, 2006), *M. rufiventris* (FIDALGO e KLEINERT, 2007), *M. b. schencki* (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2014).

Os resultados das médias de temperatura e umidade interna das colônias apontam para a produção de calor e umidade dentro das colônias de abelhas *M. quinquefasciata*. Assim como, denotam que a conservação dessas características é mais susceptível de ocorrer nos potes cerâmicos. Entre as abelhas sem ferrão, níveis mais altos de temperatura dentro dos ninhos são comuns e, especialmente, imprescindíveis para manutenção das crias (JONES e OLDROYD, 2007).

Em espécies de *Melipona*, há a formação de um núcleo térmico. Esse núcleo está geralmente no centro das colônias, onde o calor é mantido principalmente pela presença de um invólucro de cera protegendo a ninhada. Sendo essa uma característica evolutiva, que

proporciona o controle indireto da homeostase, principalmente das cÍrias e proporcionando conforto térmico aos adultos em momentos críticos (ROUBIK, 1989; ROUBIK, 2006).

Quanto à umidade são poucos os relatos da coleta de água por espécies de abelhas sem ferrão (CAUICH *et al.*, 2004; NOGUEIRA-NETO, 1997). O que é atribuído aos níveis elevados de umidade presente no néctar coletado pelas abelhas (ROUBIK, D.W. e BUCHMANN, 1984) e pelo processo de desidratação do mel que estas produzem (ROUBIK 2006; NOGUEIRA-NETO, 1997).

No entanto, existem relatos do uso de água para ações de controle ativo da temperatura em colônias de *Scaptotrigona depilis* (VOLLET-NETO *et al.*, 2015) e algumas evidências de que isso possa acontecer em espécies de *Melipona* (MACÍAS-MACÍAS, *et al.*, 2011).

Contudo, mesmo com esses indÍcios, a homeostase ativa dos ninhos, para o gênero (ROUBIK e PERALTA, 1983; NIEH e SÁNCHEZ, 2005; MACÍAS-MACÍAS *et al.*, 2011), é considerado improvável, para algumas espécies como em *Melipona beecheii* (MOOVALLE, *et al.*, 2000).

Ao longo da realização das coletas de dados, em nenhum momento foram vistas abelhas operárias da espécie coletando água, nos recipientes disponibilizados. Neste caso, prevaleceu o comportamento relatado para o gênero, em que os maiores níveis de umidade interna são resultado do processo de retirada de umidade do alimento armazenado.

Dessa forma existem então dois pontos importantes a serem avaliados, no caso da temperatura e umidade interna nas colônias de *M. quinquefasciata*. O primeiro é que, considerando a importância do invólucro para o controle de temperatura das crias em outras espécies do gênero (BORGES e BLOCHTEIN, 2006; SOUZA *et al.*, 2008). É possível, jogar que também em *M. quinquefasciata* desempenhe papel na conservação da temperatura das colônias e tenha contribuído, assim, para os resultados encontrados de maiores temperaturas nas colônias.

O segundo ponto é que existem indÍcios de regulações térmicas individuais em operárias de *Melipona*. A movimentação dentro das colônias de *M. quinquefasciata*, em determinados horários de extrema temperatura, poderia ser uma tentativa de regulação da homeostase pelo bater das asas e vibração muscular (NIEH e SÁNCHEZ, 2005; MACÍAS-MACÍAS, *et al.*, 2011). Contudo, pesquisas específicas são necessárias para elucidar a

existência de ações de controle de temperatura na espécie. Assim como, a influência do material usado na construção das colmeias.

A madeira é o principal material usado para construção de colmeias de abelhas sem ferrão, tendo em vista suas características de durabilidade e resistências. Assim como, de isolamento térmico (NOUGUEIRA-NETO, 1997). Algumas comunidades tradicionais também usam recipientes construídos com argila cozida (CASTRO *et al.*, 2005). Contudo, ainda não há avaliações específicas sobre o quanto ou como as características físicas desses materiais podem interferir na homeostasia nas colônias de abelhas manejadas, em colmeias confeccionadas com os mesmos.

Os materiais cerâmicos tendem a ser melhores isolantes térmicos em comparação com a madeira. O que, possivelmente, ajudou as colônias de *M. quinquefasciata* a alcançarem maior desenvolvimento nos potes cerâmicos. Todavia, a densidade da madeira tem ação direta na sua função como condutora ou isolante térmica e é variável de acordo com a espécie vegetal que a originou e o processamento que recebeu. No caso da cerâmica, sua porosidade é o principal atributo físico relacionado à condução térmica variando em relação aos seus constituintes químicos, à adição de outras matérias primas e ao processamento (ZANOTO e JR-MIGLIONE, 1991; HASNAIN, 1998; ASKELAND *et al.*, 2010).

Dessa forma, como não foram realizadas avaliações específicas entre os materiais usados na confecção das colmeias, a determinação da influência desses materiais requerem pesquisas mais profundas.

A atividade de voo de abelhas sem ferrão, além de ser influenciada por uma série de fatores externos, como a clima e a disponibilidade de recursos, sofre também interferência da condição populacional das colônias (HILÁRIO *et al.*, 2000; OLIVEIRA-ABREU *et al.*, 2014; NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2012; MAIA-SILVA *et al.*, 2014).

Logo, é possível que as colônias nos potes cerâmicos tenham alcançado melhores níveis populacionais e, conseqüentemente, apresentado maior fluxo de entrada e saída de operárias, quando comparado com as caixas de madeira. Contudo, essa diferença parece não inviabilizar o manejo da espécie nos dois tipos de colmeias, sendo necessárias, avaliações futuras sobre a produtividade alcançada em cada um dos sistemas de manejo.

CONCLUSÕES

A atividade de *Melipona quinquefasciata* foi influenciada por fatores climáticos, principalmente temperatura, umidade relativa e luminosidade, e pela sazonalidade dos recursos oferecidos pela vegetação de cada área. Sendo que a alta temperatura inibe a atividade de coleta de pólen e favorece a coleta de nectar/água, enquanto alta umidade estimula a coleta de pólen e baixa umidade a de néctar/água.

O tipo de material utilizado na confecção dos modelos de colmeia usados no manejo *Melipona quinquefasciata*, influência na homeostase das colônias e conseqüentemente no desenvolvimento e forrageio das mesmas. Sendo que os potes cerâmicos proporcionaram melhores condições de ambiência para as colônias.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M.; LIMA-VERDE, L. W.; RIBEIRO, M. de F. A uruçudo-chão (*Melipona quinquefasciata*) no Nordeste: extrativismo de mel e esforços para a preservação da espécie. **Mensagem Doce**. n.85. 2006. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/85/artigo2.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.
- ASKELAND, D. R.; FULAY, P. P.; WRIGHT, W. J. **The Science and Engineering of Materials**. Stamford, EUA. 6ed. Editora Cengage Learning, p.921. 2010.
- ARAÚJO, F. S. de e MARTINS, F. R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Acta Botanica Brasilica**. v.13. n. 1. p.1-13. 1999.
- ARAÚJO, F. S. de.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia**. v.59, n.4. p.663-678. 1999.
- ARAÚJO, F. S. de.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, J. N.; FIGUEIREDO, M. A. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente-Ce. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 51, n.1. p.85-95.1998b.
- ARAÚJO, F. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; FERNANDES, A. G. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente. CE. **Revista Brasileira de Botânica**. v.21, n.2, p.105-116. 1998a.
- BELLUSCI, S. e M. D. MARQUES. Circadian activity rhythm of the foragers of a eusocial bee (*Scaptotrigona aff depilis*, Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) outside the nest. **Biological Rhythm Research**. v.32, n.2. p. 117-124. 2001.
- BIESMEIJER, J. C.; SMEETS, M. J. A. P.; RICHTER, J. A. P.; SOMMEIJER, M. J. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical and climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. **Apidologie**. v.30, n.1, p.43-55. 1999.
- BORGES, F. V. B. e BLOCHTEIN, B. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 22, n. 3, p. 680-686, 2005.
- BRUIJIN, L. L. M. de. e SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. **Insectes sociaux**. v. 44, p. 35-47, 1997.
- BUCHMANN, S. L. A Biophysical Model for Buzz Pollination in Angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**. v.12, p.639-657. 1978.

CASTRO, M. S. de.; TEIXEIRA, R. A. F.; CASTRO, M. S. de.; KUHN-NETO, B.; A criação tradicional de abelhas sem ferrão em potes de barro em Boninal, Chapada Diamantina, Bahia. **Mensagem Doce**. n.80. 2005. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/80/artigo.htm>. Acesso em 16 de setembro de 2015.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUAN, J. J. G.; MACIAS-MACIAS, J. O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behaviour and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical Mexico. **Journal of Economic Entomology**. v.97, p.475–481. 2004.

CORTOPASSI-LAURINO, M. O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto". **Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; VELTHUIS, H. H.W.; NOGUEIRA-NETO, P. Diversity of stingless bees from the Amazon forest in Xapuri (Acre), Brazil. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society meeting**. v. 18, p.101-114. 2007.

FERREIRA JUNIOR, N. T.; BLOCHTEIN, B.; MORAES, J. F. de. Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the stingless bee *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in an Araucaria forest area in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.54, n.4. p.630–636, 2010.

FIDALGO, A. O. e KLEINERT, A. M. P. Floral preferences and climate influence in nectar and pollen foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil, **Neotropical Entomology**. v. 39, n. 6, p. 879–884, 2010.

FIGUEIREDO-MECCA, G.; BEGO, L. R.; NASCIMENTO, F. S. Foraging behavior of *Scaptotrigona depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) and its relationship with temporal and abiotic factors. **Sociobiology**. v.60, p. 277-282. 2013.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; DA SILVA, A. C.; DE ASSIS, M. da G. P.; Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. In Sato, E. e Pires, T. de C. **Parcerias Estratégicas**. Ministério da Ciência e Tecnologia: Centro de Estudos Estratégicos (CEE) n.12, p.20-42. 2001.

LIMA-VERDE, L. W. e FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**. v.62, n.3, p.479-486, 2002.

GALVÃO, M. V. Regiões Bioclimáticas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v.29, n.1. p3-36.1967.

GOUW, M. S. e GIMENES, M. Differences of the Daily Flight Activity Rhythm in Two Neotropical Stingless Bees (Hymenoptera, Apidae). **Sociobiology**. v. 60, n.2, p.183-189, 2013.

HASNAIN, S. M. Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques. **Energy Conversion and Management**. v.39, n.11, p.1127–1138. 1998.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. ; KLEINERT, A. M. P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**. v.60, n.2, p. 299-306. 2000.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. de M. P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* MOURE (*IN LITT.*) (APIDAE, MELIPONINAE). **Revista Brasileira de Biologia**. v.61, n.2, p. 191-196. 2001.

LIMA-VERDE, L. W. e FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**. v.62, n.3, p.479-486, 2002.

SOMMEIJER, M. J.; DE ROOY, G. A.; PUNT, W.; BRUIJN, L. L. M. de. a comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (hym., meliponinae) and honeybees (hym., apinae) in trinidad, west-indies. **Apidologie**. v.14, n.3, p.205-224. 1983.

MACÍAS-MACÍAS, J. O.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; CONTRERAS-ESCAREÑO, F.; TAPIA-GONZALEZ, J. M.; MOO-VALLE, H.; AYALA, R. Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of Mexico and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apidologie**. v.42, n.6. p.679-689. 2011.

MAIA-SILVA, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SILVA, C. I; HRNCIR, M. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**. v.61, n.4, p. 378-385. 2014.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. John Hopkins University Press, Baltimore, Mariland, 2007, p. 913.

MOO-VALLE, H.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; NAVARRO, J.; RODRIGUEZ-CARVAJAL, L. A. Patterns of intranidal temperature fluctuation for *Melipona beecheii* colonies in natural nesting cavities. v 39, n. 1-2. p 3-7. 2000.

NASCIMENTO, D. L. do e NASCIMENTO, F. S. Extreme Effects of Season on the Foraging Activities and Colony Productivity of a Stingless Bee (*Melipona asilvai* Moure, 1971) in Northeast Brazil. **Psyche**. v.2012, 6p. 2012.

NATES-PARRA, G. e RODRÍGUEZ, C. A. Forrajeo en colônias de *Melipona eburnea* (Hymenoptera: Apidae) en el piedemonte llanero (Meta, Colombia). **Revista Colombiana de Entomología**, v.37, p. 121-127. 2011.

NATES-PARRA, G. e ROSSO-LONDOÑO, J. M. Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. **Acta Biológica Colombiana**. v.18, n.3, p.415-426, 2013.

NIEH, J. C. e SÁNCHEZ, D. Effect of food quality, distance and height on thoracic temperature in the stingless bee *Melipona panamica*. **The Journal of Experimental Biology**. v. 208, p. 3933-3943. 2005.

NOGUEIRA-NETO P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445 p. 1997.

OLIVEIRA-ABREU, C.; HILÁRIO, S. D.; LUZ, C. F. P.; ALVES-DOS-SANTOS. I. Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. **Sociobiology**. v.61, n.4, p.441-448. 2014.

OLIVEIRA-ABREU, C.; HILÁRIO, S. D.; LUZ, C. F. P.; ALVES-DOS-SANTOS. I. Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. **Sociobiology**. v.61, n.4, p.441-448. 2014.

PIERROT, L. M. e SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.20 n.4, p.565-571, 2003.

ROUBIK, D. W. e PERALTA, F. J. A. Thermodynamics in nests of two *Melipona* species in Brazil. **Acta Amazonica**. v.13, p.453-466, 1983.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 514 p.

ROUBIK, D. W. e BUCHMANN, S. L. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. **Oecologia**. v.61, p.1-10. 1984.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**. v.37, p.124–143. 2006.

ROUBIK, D.W.; YANEGA, D.; ALUJA, S. M.; BUCHMANN, S.L.; INOUE, D.W. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**. v.26, p.197-211. 1995.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Flight activity of *Melipona asilvai* moure (HYMENOPTERA: APIDAE). **Brazilian Journal of Biology**. v.66, n.2B. p.731-737, 2006.

SOUZA, B. de A.; CARVALHO. C.A.L. de; ALVES. R. M. de O. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini) como subsídio à sua criação racional. **Revista Archivos de Zootecnia**. v.57, n. 217. p. 53-62. 2008.

VASCONCELOS, S. F. de.; ARAUJO, F. S. de.; MACHADO, I. C.; Lopes, A. V. F. Atributos florais e estratégias reprodutivas de espécies lenhosas em área de caatinga do sedimentar (carrasco) no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., São Lourenço, MG, 2009. *Anais...* São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. 1 CD-ROM.

VIT, P.; MEDINA, M.; ENRÍQUEZ, M. E. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. **Bee World**. n.85, v. 1. p. 2–5. 2004.

VOLLET-NETO, A.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Behavioural and developmental responses of a stingless bee (*Scaptotrigona depilis*) to nest overheating. **Apidologie**. v.46, p.455-464. 2015

5 IDENTIFICAÇÃO DE INIMIGOS NATURAIS DE *Melipona quinquefasciata* EM COLÔNIAS SOB MANEJO.

RESUMO

A abelha *Melipona quinquefasciata*, espécie que nidifica no solo, tem como principal meio de defesa a camuflagem, existindo poucas informações sobre seus inimigos naturais. Assim, esse trabalho objetivou avaliar a ação de predadores da espécie em condições de manejo e testar diferentes substâncias atrativas para controle de forídeos em suas colônias. As avaliações foram realizadas entre março de 2014 e fevereiro de 2015, na Chapada do Araripe (Barbalha-CE). As colônias estavam em dois tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico). A amostragem de forídeos foi realizada mensalmente por meio de armadilhas internas com vinagre e externas com vinagre e vinagre+pólen. A avaliação e identificação de possíveis outros predadores foi realizada inicialmente por inspeções semanais e posteriormente mensais. Acrescentaram-se inspeções quinzenais em 10 colônias silvestres localizadas próximo ao meliponário 1, na Floresta Nacional do Araripe. Os resultados apontaram que o ataque de forídeos é constante ao longo do ano, enquanto houve dois ataques pontuais de *Lestremelitta rufa*. Durante a pesquisa, não foi observada a presença de outros inimigos nas colônias manejadas e nas colônias silvestres não foi observado qualquer ataque de inimigos. O número médio de forídeos capturados em armadilhas externas não diferiu ($p > 0,05$) entre as caixas de madeira ($23,31 \pm 3,81$) e potes cerâmicos ($12,40 \pm 1,03$). O número médio de forídeos capturados internamente também não diferiu ($p > 0,05$) entre as colônias manejadas em caixa de madeira ($24,81 \pm 4,18$) e potes cerâmicos ($18,96 \pm 3,59$). As armadilhas externas com pólen + vinagre nas caixas de madeira ($48,48 \pm 8,37$) e potes cerâmicos ($35,52 \pm 6,75$) coletaram duas vezes mais forídeos ($p < 0,05$) do que as armadilhas externas apenas com vinagre, tanto nas caixas de madeira ($23,31 \pm 3,81$) quanto nos potes cerâmicos ($12,40 \pm 1,03$), sendo também mais eficientes que as armadilhas internas que coletaram em média de $24,81 \pm 4,18$ nas caixas de madeira e $18,96 \pm 3,59$ nos potes cerâmicos. Concluiu-se que, os predadores mais importantes de *Melipona quinquefasciata*, na área de estudo, foram as moscas (Diptera Phorida) e a abelha *Lestrimelitta rufa*. A armadilha de forídeos contendo vinagre + pólen foi o meio mais eficiente de controle desse inimigo. O principal método de defesa de *M. quinquefasciata* é a camuflagem e a nidificação no subsolo, todavia, quando sob condições de manejo, esse método de defesa é prejudicado, sendo importante o monitoramento contínuo das colônias para controle dos inimigos.

Palavras chaves: Cleptoparasitismo. Phoridae. Meliponicultura.

ABSTRACT

The *Melipona quinquefasciata* bee, species that nests in the ground, has the camouflage as its main means of defense but there is not enough information about their natural enemies. Thus, this study aimed at evaluating the action of this species predators in management conditions and testing different attractive substances for phorids control in its colonies. The evaluations were conducted from March 2014 until February 2015, in the *Araripe* Plateau (Barbalha-CE). The colonies were in two types of hives (wooden box and ceramic pot). The phorid sampling was conducted monthly through internal traps with vinegar and external traps with vinegar and vinegar+pollen. The assessment and identification of possible other predators was initially performed on weekly inspections and posteriorly on monthly inspections. We added inspections conducted in 10 wild colonies located near the meliponary 1 at *Floresta Nacional do Araripe*. The results showed that the phorid attack is constant throughout the year and there were two specific attacks by *Lestremelitta rufa*. During the research, it was not observed the presence of other enemies in the managed colonies while in the wild colonies there was no attack of enemies. The average number of phorid captured in external traps did not differ ($p > 0.05$) between the wooden boxes (23.31 ± 3.81) and the ceramic pots (12.40 ± 1.03). The average number of phorid captured internally also did not differ ($p > 0.05$) between the colonies managed in the wooden box (24.81 ± 4.18) and the ones managed in the ceramic pots (18.96 ± 3.59). The external pollen traps with pollen+vinegar in the wooden boxes (48.48 ± 8.37) and in the ceramic pots (35.52 ± 6.75) collected twice as many phorids ($p < 0.05$) as in the external traps with vinegar only, both in the wooden boxes (23.31 ± 3.81) and in the ceramic pots (12.40 ± 1.03). They were also more efficient than the internal traps which collected an average of 24.81 ± 4.18 in the wood boxes and 18.96 ± 3.59 in the ceramic pots. It was concluded that the most important predators of *Melipona quinquefasciata* in the area of study were the flies (Diptera Phorida) and *Lestrimelitta rufa* bee. The trap for phorid which contained vinegar+pollen was the most efficient way to control this enemy. The main *M. quinquefasciata* defense method is camouflage and nesting underground. However, when under management conditions, this method of defense is impaired, so it is important the continuous monitoring of the colonies to control the enemy.

Keywords: Cleptoparasitism. Phoridae. Meliponiculture.

INTRODUÇÃO

A domesticação das abelhas sem ferrão na América Tropical é anterior à colonização europeia (CORTOPASSI-LAURINO *et al.*, 2006). No Brasil, a criação dessas abelhas foi denominada meliponicultura (NOGUEIRA-NETO, 1997) e tem singular importância para produção de mel, especialmente no Norte e Nordeste, onde é um complemento econômico a outras atividades (CONTRERA *et al.*, 2011; JAFFÉ *et al.*, 2015).

A abelha *Melipona quinquefasciata*, conhecida por uruçú-do-chão ou mandaçaia do chão, é explorada há vários anos por comunidades tradicionais no Nordeste brasileiro sendo considerada rara em algumas comunidades rurais do Ceará (LIMA-VERDE e FREITAS, 2002; RIBEIRO, 2008). Contudo, embora possa ser usada como importante produtora de mel (KERR *et al.*, 2001; ALVES *et al.*, 2006; RIBEIRO, 2008) são poucas as informações sobre o manejo dessa espécie, principalmente a respeito de suas pragas e predadores.

Entre os principais inimigos naturais da meliponicultura nessa região, destacam-se as abelhas parasitas do gênero *Lestrimelitta sp.* e as moscas da família Phoridae (ROUBIK, 1989; NOGUEIRA-NETO, 1997). A pilhagem praticada por espécies de *Lestrimelitta sp.* é violenta, causando grandes perdas de recursos ou eliminação total das colônias. As moscas conhecidas popularmente por forídeos, são também muito perigosas, invadem as colmeias e realizam sua postura dentro dos ninhos. Após a eclosão dos ovos, as larvas consomem o pólen ou mesmo as crias das hospedeiras, o que em ataques severos pode eliminar a colônia (NOGUEIRA-NETO, 1997; ROBROEK *et al.*, 2003).

Apesar da importância da *Lestrimelitta sp.* como inimigo natural para meliponicultura, as informações sobre quais espécies de abelhas sem ferrão são mais susceptíveis ao seu ataque, são poucas. Além disso, as avaliações científicas efetivas do controle dos forídeos em meliponários, também são escassas (PERUQUETTI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Portanto, esse trabalho objetivou avaliar a ação de inimigos naturais de *M. quinquefasciata*, em condições de manejo e testar diferentes substâncias atrativas para controle de forídeos nas colônias da espécie.

MATÉRIAS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de realização desse estudo foi o meliponário 1, construído na Chapada do Araripe, em Barbalha-CE, inserido na Floresta Nacional do Araripe, já descrito no capítulo 2 dessa tese. Os modelos de colmeias utilizados durante a coleta de dados foram caixas de madeiras e potes cerâmicos, ambas descritas no capítulo 3 dessa tese. Sendo que a pesquisa foi iniciada com cinco caixas de madeira e cinco potes cerâmicos.

Coletas de forídeos

De março de 2014 a fevereiro de 2015 foram realizadas coletas de forídeos usando dois métodos. O primeiro consistiu no uso de armadilhas externas, confeccionadas com saleiros plásticos transparentes, instalados sobre as colmeias povoadas com exames de *Melipona quinquefasciata*. No segundo método, em cada colmeia foram dispostas quatro armadilhas idênticas às utilizadas aos do primeiro método de coleta. Contudo, essas armadilhas eram externas e foram usadas duas substâncias atrativas. Sendo inseridas sobre as colmeias duas armadilhas, contendo 10 ml de vinagre de álcool e outras duas contendo 10 ml de vinagre de álcool+ 5 g de pólen. A cada mês as armadilhas foram recolhidas e os forídeos capturados foram contados, sendo substâncias atrativas renovadas.

Revisões periódicas das colônias manejadas e silvestres

Após a implantação das colônias de *Melipona quinquefasciata* no meliponário 1, de março a maio de 2014, foram realizadas revisões semanais, internas às colônias. O objetivo dessas observações foi verificar a existência de possíveis ataques de predadores. A partir de junho de 2014 até fevereiro de 2015, as revisões passaram a ser realizadas mensalmente.

Ao longo da pesquisa, cinco colônias nidificadas no habitat natural foram acompanhadas quanto à tentativa de ataques de pragas. Essas colônias foram acompanhadas visualmente por cinco minutos a cada hora do dia (5h às 17h), durante dois dias consecutivos em intervalos quinzenais, de março de 2014 a fevereiro de 2015.

Análise dos dados

Os dados da captura de forídeos foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov – Smirnov e apresentaram distribuição não paramétrica ($p > 0,05$). Assim, as médias de forídeos capturados foram comparadas quanto às substâncias atrativas (vinagre e vinagre + pólen), tipo de material das colmeias (madeira e cerâmica) e temporalidade (período seco e período úmido) pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$). Enquanto que a comparação da localização das armadilhas em relação às colmeias (interna e externa) foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software IBM® SPSS Statistics 20.0.

RESULTADOS

Amostragem de forídeos

O número médio de forídeos capturados em armadilhas com vinagre externas às colônias de *M. quinquefasciata* não diferiu ($p > 0,05$) entre as caixas de madeira e potes cerâmicos. Também não houve diferença ($p > 0,05$) entre o número médio de forídeos capturados internamente em colônias manejadas em caixa de madeira e pote cerâmico (Tabela 8).

Tabela 8. Média de forídeos capturados em armadilhas externas e internas em dois tipos de colmeias (caixa de madeira e pote cerâmico) povoadas com abelhas *Melipona quinquefasciata*, no meliponário 1. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, 2015.

Tipo de armadilha	Média de forídeos capturados	
	Caixa de madeira	Pote cerâmico
Interna (vinagre)	24,81±4,18Ab	18,96±3,59Ab
Externa (vinagre + pólen)	48,48±8,37Aa	35,52±6,75Aa
Externa (vinagre)	23,31±3,81Ac	12,40±1,03Ac

Médias na mesma linha seguidas de letras maiúsculas iguais e na mesma coluna seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney, à 5% de probabilidade.

Fonte: Mascena, 2016.

As armadilhas externas com pólen + vinagre coletaram duas vezes mais forídeos ($p < 0,05$) do que as armadilhas externas que continham apenas vinagre como substância atrativa e do que as armadilhas internas (Tabela 8). O número de forídeos capturados nas armadilhas externas e internas não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os períodos úmido e seco do ano (Tabela 9).

Tabela 9. Número médio de forídeos capturados em armadilhas externas e internas, nos períodos seco e úmido do ano, em colmeias povoadas com abelha *Melipona quinquefasciata*, no meliponário 1. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, 2015.

Tipo de armadilha	Média de forídeos capturados	
	Período úmido do ano	Período seco do ano
Interna (vinagre)	20,75±4,04a	22,48±3,30a
Externa (vinagre + pólen)	38,81±7,76a	44,25±6,61a
Externa (vinagre)	2,69±3,05a	0,71±0,14a

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney, à significância de 5%.

No primeiro mês de pesquisa, perderam-se duas colônias por ataque de forídeos. Nas revisões semanais, durante os primeiros meses, foi constatada a presença de adultos e larvas nos potes de pólen e discos de crias. Quanto às armadilhas, apenas uma chegou a captura mais de 300 indivíduos. Uma tentativa de retirada total dos potes de pólen e limpeza dessas colmeias foi realizada para evitar a perda, todavia não foi obtido êxito.

As colônias perdidas tinham menor número de discos de cria (cinco e sete) e uma pequena população, quando comparadas às demais colônias que apresentavam em média 10 discos de crias. Em todas as colônias, ao longo do ano, foi constatada a presença de adultos e larvas de forídeos em aglutinações de lixo e quando sobre ataques mais severos, também em potes de pólen. A defesa direta pela operária guarda era ineficiente, mesmo quando essas tentavam capturar os inimigos com as mandíbulas.

Revisões periódicas das colônias manejadas e silvestres

Na primeira semana, após a implantação do meliponário 1, a principal dificuldade foi a perda de operárias por conflitos com abelhas de colônias vizinhas. Todavia, não foi um processo de pilhagem, pois os conflitos foram resultados de erros no reconhecimento das

colônias de origem, visto que, a partir do segundo mês, os conflitos praticamente acabaram à medida que as abelhas operárias foram modificando as entradas das colônias com barro.

Os conflitos iniciavam quando as operárias tentavam entrar em uma colônia que não era a sua. Em muitos momentos, foi possível observar abelhas guardas capturarem operárias ainda em voo, apenas por essas passarem em frente à entrada de sua colônia. As duas abelhas mantinham a agressão até que uma ou ambas estivessem mutiladas. Na maioria dos casos, as duas morriam ou se tornavam incapazes de voar e ou caminhar.

No quarto mês, foi perdida uma colônia por ataque de *Lestrimelitta* sp.. Em umas das revisões quinzenais, foi constatado que a entrada de uma colônia manejada em caixa de madeira havia sido modificada com uma leve camada de cera, estando guardada por cerca de seis abelhas invasoras (Figura 16).

Figura 16 – Entrada de uma colônia de abelha *Melipona quinquefasciata*, modificada e protegida por abelhas operárias de *Lestrimelitta rufa*, durante pilhagem na Chapada do Araripe Brasil, no meliponário 1. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014



Fonte: Mascena, 2016.

Ao ser aberta, a colmeia exalou forte cheiro cítrico e constatou-se que todo o pólen e mel havia sido pilhado. Espécimes dessas *Lestrimelitta* sp. que realizaram essa pilhagem foram enviados para identificação no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA em Manaus, sendo classificadas como *Lestrimelitta rufa*.

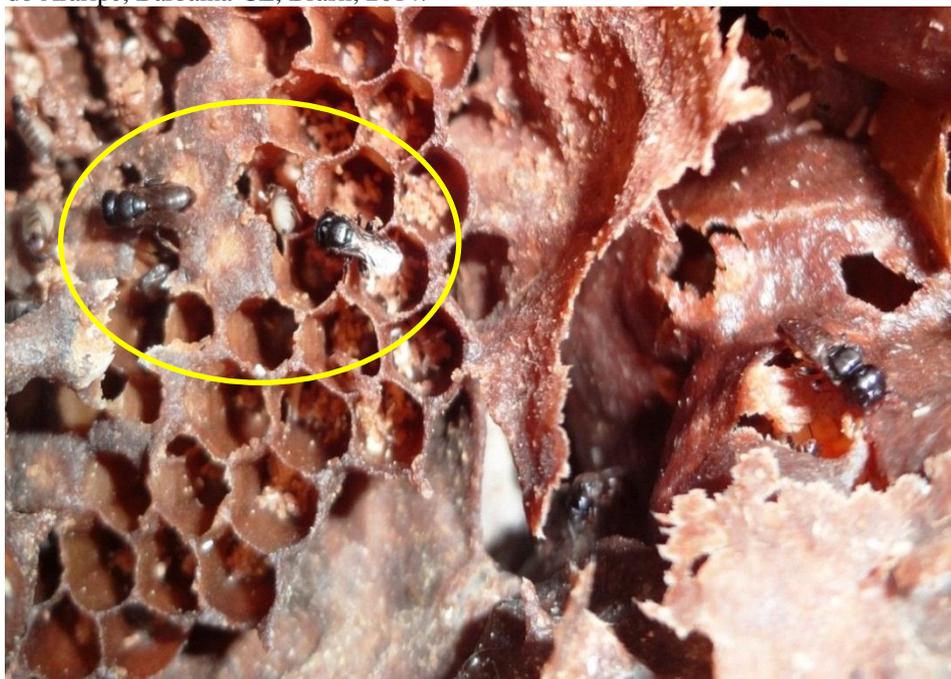
No assoalho da colmeia, havia uma grande quantidade de operárias de *M. quinquefasciata* mortas. As que ainda se encontravam vivas eram atacadas por várias *Lestrimelitta rufa*. As operárias predadoras, também procuravam alimento entre as crias, sendo constatadas, ainda, larvas de forídeos em meio aos restos da colônia (Figura 17 e 18).

Figura 17 – Abelhas *Melipona quinquefasciata*, mortas durante ataque de *Lestrimelitta rufa*, na Chapada do Araripe. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

Figura 18 - Detalhe de operárias de abelha *Lestrimelitta rufa* procurando recurso em discos de crias de *Melipona quinquefasciata*, na Chapada do Araripe. Floresta Nacional do Araripe, Barbalha-CE, Brasil, 2014.



Fonte: Mascena, 2016.

No quinto mês, uma nova tentativa de ataque por *Lestrimelitta rufa* foi presenciada. Quando cerca de dez indivíduos realizaram rondas entorno de uma colmeia de madeira por volta das 9h. Ao final da tarde, por volta das 15h, aproximadamente cinquenta dessas abelhas entraram na colônia, sendo possível sentir, o cheiro cítrico. Na entrada da colmeia, foi observada uma operária de *M. quinquefasciata* movimentado seguidamente as asas, em direção ao interior da colônia, possivelmente na tentativa de dissipar o odor cítrico. Enquanto, dentro da colônia travava-se uma intensa luta entre indivíduos das duas espécies.

Constatou-se, porém, que as *M. quinquefasciata* estavam em aparente desorganização, com um grande número de abelhas resguardadas dentro do invólucro das crias, e sem uma resposta efetiva ao ataque. Com intuito de evitar novas perdas, foi necessário intervir no processo pilhagem, sendo as operárias de *Lestrimelitta rufa* retiradas e sacrificadas. A seguir, a entrada da colmeia foi lacrada com cerume até o amanhecer do dia seguinte. Espécimes desse incidente também foram identificadas como *Lestrimelitta rufa* pelo INPA.

Ao longo do ano de pesquisa, em nenhuma das observações dos ninhos silvestres foram vistos inimigos de outra espécie ou processos de pilhagem intraespecífica. No momento da coleta dos ninhos no habitat natural, não foram vistos forídeos adultos ou larvas desses dípteros em nenhuma das estruturas das colônias. Todavia, durante o transporte, um número grande de forídeos adultos foi visto dentro das colmeias.

DISCUSSÃO

Nesse trabalho, os resultados com uso de armadilhas demonstram que o modelo de colmeia usado não interfere nas infestações por forídeos. Assim como, o vinagre de álcool sozinho no ambiente externo das colônias de *Melipona quinquefasciata*, não é eficiente para atração dos forídeos. Todavia, com acréscimo de pólen, essas armadilhas coletam número significativamente maior de parasitas. Resultados parecidos foram observados por Peruquetti *et al.* (2012), que obtiveram também maiores médias de captura em armadilha com água + pólen e vinagre de vinho tinto + pólen.

O uso de armadilhas internas, nas colmeias, apenas com vinagre, foram mais efetivas do que as externas sem adição de pólen. Todavia, apresentaram menor média quando comparadas às armadilhas externas com pólen, demonstrando a atração dos odores dos ninhos. Esse resultado aponta, ainda, que o fator atrativo preponderante nas armadilhas externas foi o pólen. O que é justificado pela importância que esse recurso tem para os forídeos. As moscas acasalam fora das colmeias e, em seguida, invadem os ninhos, para colocarem seus ovos, preferencialmente, sobre o pólen. Após os ovos eclodirem, as larvas consomem o pólen, podendo ainda se alimentar das larvas e pupas das abelhas hospedeiras (NOGUEIRA-NETO, 1997; FREIRE *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os resultados desse estudo indicaram ainda não haver sazonalidade entre os períodos seco e úmido do ano para o número de forídeos capturados nas armadilhas, discordando de outros trabalhos que mostraram maiores abundâncias de coleta durante períodos chuvosos (PERUQUETTI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Essa discordância, possivelmente, está ligada as diferenças entre as vegetações e os climas, onde foram realizadas as pesquisas.

A inexistência de tentativas de invasão por forídeos ou outros inimigos nas colônias silvestres demonstra uma manutenção eficaz destas. Sendo possivelmente, resultado do substrato usado para nidificação que torna os ninhos protegidos pelas camadas de solo. Assim como, a simplicidade na construção das entradas e o baixo fluxo de operárias ajudam na camuflagem em meio à vegetação. Todas essas características são estratégias evolutivas de defesa indireta baseada em dificultar a localização das colônias por predadores (ROUBIK, 2006; COUVILLON *et al.*, 2008).

Todavia, em colmeias fora do solo muitos desses fatores são perdidos, o que acarreta a atração de um número grande de forídeos. A partir do momento da coleta pode haver uma grande liberação de odores, provenientes do pólen, e do alimento das crias. Assim como, o grande estresse causado nesse processo provoca a atração de um grande número de forídeos e a fragilidade das colônias em se defenderem (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Entre os meliponíneos, o gênero *Lestrimelitta* destaca-se por suas espécies não visitarem flores para conseguir seu alimento, obtendo-o através da pilhagem de ninhos de outras abelhas, sendo cleptoparasitas obrigatórios (ROUBIK, 1989). Atualmente, o grupo possui vinte espécies com ocorrência nas regiões Neártica e Neotropical. No Brasil há grande diversidade do gênero sendo registradas treze dessas espécies, das quais até o momento há

registro da ocorrência natural de *Lestrimelitta limao*, *L. sulina* e *L. tropica* no Ceará (CAMARGO e PEDRO, 2013). Logo, este trabalho é o primeiro a registrar a ocorrência de *Lestrimelitta rufa*. no estado.

A desorientação resultado de substâncias voláteis principalmente o citral secretadas por glândulas cefálicas e mandibulares das espécies de *Lestrimelitta sp.* (FRANCKE *et al.*, 2000. VAN ZWEDEN *et al.*, 2016) ocorreu com as colônias *M. quinquefacita*. Embora tenha sido observado uma tentativa dissipar os odores, essa não foi eficiente, e as abelhas ficaram desorientadas, não sendo capazes de organizarem uma defesa.

A rapidez na identificação de operárias intraespecíficas estranhas ao ninho, pelas abelhas guardas de *M. quinquefacita*, indica que em algum momento da história evolutiva da espécie a pilhangem intraespecífica representou uma pressão ecológica importante para essas abelhas. Entre insetos sociais, a capacidade de diferenciar companheiros de ninho é uma característica evolutiva fundamental para evitar pilhagens (LEONHARDT *et al.*, 2016). Algumas evidências apontam a importância de compostos cuticulares e mandibulares, entre Meliponina, no reconhecimento de companheiras de ninho (NUNES *et al.*, 2008, NUNES *et al.*, 2009; SCHORKOPF *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2014). É possível que seja esse um dos fatores usados no reconhecimento de irmãs por *M. quinquefasciata*.

CONCLUSÕES

Os mais importantes inimigos de *Melipona quinquefasciata* na área de estudo foram as moscas (Diptera Phorida) e a abelha *Lestrimelitta rufa*. As moscas caracterizaram-se como uma praga contínua e a abelha *L. rufa* como um inimigo esporádico, contudo, ambos podem dizimar uma colônia em um período curto.

As armadilhas de captura de forídeos externas as colônias de *Melipona quinquefasciata* contendo vinagre e pólen foram o meio mais eficiente de controle das moscas.

As colônias de *Melipona quinquefasciata* possuem um sistema de reconhecimento intraespecífico entre operárias que requer estudos mais aprofundados para melhor ser elucidado.

O principal método de defesa de *Melipona quinquefasciata* é baseado na camuflagem e nidificação em cavidades no subsolo. Todavia, quando sob condições de manejo esse método de defesa é prejudicado, sendo importante o monitoramento contínuo das colônias para controle dos inimigos.

REFERÊNCIAS

- BEGO, L. R.; ZUCCHI, R.; MATEUS S. Notas sobre a estratégia alimentar (cleptobiose) de *Lestrimelitta limao* Smith (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Naturalia**. v.16, p.119-127. 1991.
- CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In MOURE, J. S., URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. 2013. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acessado em junho de 2016.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I. B.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**. v.37, n.2, p.275–92. 2006.
- CORTOPASSI-LAURINO, M. O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto". **Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.
- COUVILLON, M. J.; WENSELEERS, T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NOGUEIRA-NETO, P. RATNIEKS, F. L. W. Comparative study in stingless bees (Meliponini) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. **Journal of Evolutionary Biology**. v. p.194–201. 2008.
- FRANCKE, W.; LUBKE, G.; SCHODER, W.; RECKZIEGEL, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; KLEINERT, A.; ENGELS, E.; HARTFELDER, K.; RADTKE, R.; ENGELS, W. Identification of oxygen containing volatiles in cephalic secretions of workers of Brazilian stingless bees. **Brazilian Journal of Chemistry Society**, v.11, n.6, p. 562-571. 2000.
- FREIRE D. C. B.; BRITO-FILHA C. R. C.; CARVALHO-ZILSE G. A.; Efeito dos óleos vegetais de andiroba (*Carapa* sp.) e Copaíba (*Copaifera* sp.) sobre forídeo, pragas de colméias, (Diptera: Phoridae) na Amazônia Central.- **Acta Amazonica**, v.36 n.3, p. 3-8. 2006.
- GRÜTER, C.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RATNIEKS, F. L. W. A morphologically specialized soldier caste improves colony defense in a neotropical eusocial bee. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v.109, n.4, p.1182-1186. 2012.
- JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**. v10, n.3. p. 2-21. 2015.

LEONHARDT, S. D.; MENZEL, F.; NEHRING, V.; SCHMITT, T. Ecology and Evolution of Communication in Social Insects. **Cell**. v.164, n.10, p. 1277- 1287. 2016.

NOGUEIRA-NETO P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445 p. 1997.

NUNES, T. M.; VON ZUBEN, L. G.; COSTA, L.; VENTURIERI, G. C. Defensive repertoire of the stingless bee *Melipona flavolineata* Friese (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p.541-546. 2014.

NUNES, T, M.; NASCIMENTO, F. S.; TURATTI, I. C.; LOPES, N. P.; ZUCCHI, R. Nestmate recognition in a stingless bee: does the similarity of chemical cues determine guard acceptance? **Animal Behaviour**. v.75, n.3, p. 1165–1171. 2008.

NUNES, T, M.; NASCIMENTO, F. S.; TURATTI, I. C.; LOPES, N. P.; ZUCCHI, R.. Cuticular hydrocarbons in the stingless bee *Schwarziana quadripunctata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): differences between colonies, castes and age. **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.589-595. 2009.

OLIVEIRA, A. P. M. de.; VENTURIERI, G. C. CONTRERA, F. A. L. Body size variation, abundance and control techniques of *Pseudohylocera kerteszi*, a plague of stingless bee keeping. **Bulletin of Insectology**. v. 66, n.2, p. 203-208, 2013

PERUQUETTI, R. C.; SILVA Y. C.; DRUMMOND P. M. Forídeos cleptoparasitas de abelhas-sem-ferrão: sazonalidade, distribuição espacial e atratividade de iscas de vinagre.- **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Acre, n.48, p.1-18. 2012.

PARRA, G. N. Abejas de Colombia : Lista preliminar de algunas espécies de abejas sin aguijón (Hymenoptera : Apidae : Meliponinae). **Revista De Biología Tropical**. v.31, n. 1, p.155-158, 1983.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E.; Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**. v.25, p.345-353. 2010.

RECH, A. R.; SCHWADE, M. A.; SCHWADE. M. R. M. **Abelhas-sem-ferrão amazônicas defendem meliponários contra saques de outras abelhas**. v. 43, n.3, p.389 – 394. 2013.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 514 p.1989.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**. v.37, p.124–143. 2006.

SAKAGAMI, S. F.; ROUBIK, D. W.; ZUCCHI, R. Ethology of the robber stingless bee, *Lestrimelitta limao* (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.21, n. 2, p. 237-277. 1993.

SCHORKOPF, D.L.P., HRNCIR, M., MATEUS, S., ZUCCHI, R., SCHMIDT, V.M. e BARTH, F.G. Mandibular gland secretions of meliponine worker bees: further evidence for their role in interspecific and intraspecific defence and aggression and against their role in food source signalling. **The Journal of Experimental Biology**. v.212, p.1153-1162. 2009.

VAN ZWEDEN, J. S.; GRÜTER, C.; JONES, S. M.; RATNIEKS, F. L.W. Hovering guards of the stingless bee *Tetragonisca angustula* increase colony defensive perimeter as shown by intraand inter-specific comparisons. **Behavioral Ecology Sociobiology**. v.65: p.1277–1282. 2011.

VAN ZWEDEN, J. S.; SCHORKOPF, D. L. P.; ELIAS, L. G. VAZ A. L. L.; FAVARIS, A. P.; CLOSOSKI, G. C.; BENTO, J. M. S.; NUNES, T. M. Interspecific chemical communication in raids of the robber bee *Lestrimelitta limao*. **Insectes Sociaux**. v.63, p.339–347. 2016.

6 CONCLUSÕES

Os mais importantes inimigos de *Melipona quinquefasciata* na área de estudo foram às moscas (Diptera Phorida) e a abelha *Lestrimelitta rufa*. As moscas caracterizaram-se como uma praga contínua e a abelha *L. rufa* como um inimigo esporádico, contudo, ambos podem dizimar uma colônia em um período curto.

As armadilhas de captura de forídeos externas as colônias de *Melipona quinquefasciata* contendo vinagre e pólen foram o meio mais eficiente de controle das moscas.

As colônias de *Melipona quinquefasciata* possuem um sistema de reconhecimento intraespecífico entre operárias que requer estudos mais aprofundados para melhor ser elucidado.

O principal método de defesa de *Melipona quinquefasciata* é baseado na camuflagem e nidificação em cavidades no subsolo. Todavia, quando sob condições de manejo esse método de defesa é prejudicado, sendo importante o monitoramento contínuo das colônias para controle dos inimigos.

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A. e HARDER. L. D. The global stock of domesticated honeybees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**. v.19, n.11. p.915–918. 2009.
- ALEIXO, K. P.; FARIA, L. B.; GARRÓFALO, C. A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SILVA, C. I. Pollen collected and foraging activities of *Frieseomelitta varia* (Lepelletier) (Hymenoptera; Apidae) in an urban landscape. **Sociobiology**, v. 60, n.3, p. 266-276, 2013.
- ALVES, J. E. e FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.
- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M.; LIMA-VERDE, L. W.; RIBEIRO, M. de F. A urucu-do-chão (*Melipona quinquefasciata*) no Nordeste: extrativismo de mel e esforços para a preservação da espécie. **Mensagem Doce**. n.85. 2006. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/85/artigo2.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.
- ALVES, R. M. de O; CARVALHO, C. A. L; SOUZA, B. A. Arquitetura do ninho e aspectos bioecológicos de *Trigona fulviventris fulviventris* Guerin, 1853 (Hymenoptera: Apidae). **Magistra**, v.15, p. 97-100, 2003.
- ALVES, T. T. L.; MASCENA, V. M.; SILVA, J. N.; FREITAS, B. M.; Diversidade de insetos e frequência de abelhas visitantes florais de *Serjania lethalis* na Chapada do Araripe. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal - PB, v 9, n. 4, p. 112 - 116, 2014.
- ARAÚJO, F. S. de e MARTINS. F. R. FISIONOMIA E ORGANIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO CARRASCO NO PLANALTO DA IBIAPABA, ESTADO DO CEARÁ. **Acta Botanica Brasilica**. v.13. n. 1. p.1-13. 1999.
- ARAÚJO, F. S. de.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia**. v.59, n.4. p.663-678. 1999.
- ARAÚJO, F. S. DE.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, J. N.; FIGUEIREDO, M. A. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente-Ce. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 51, n.1. p.85-95.1998b.
- ARAÚJO, F. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; FERNANDES. A. G. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente. CE. **Revista Brasileira de Botânica**. v.21, n.2, p.105-116. 1998a.

ASCHER, J. S. e PICKERING, J. **Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)**. Disponível em: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. 2015. Acesso em 23 de março de 2015.

BANZIGER, H.; PUMIKONG, S.; SRIMUANG, K. The Remarkable Nest Entrance of Tear Drinking *Pariotrigona klossi* and Other Stingless Bees Nesting in Limestone Cavities (Hymenoptera: Apidae). **Journal Of The Kansas Entomological Society**. v.84, n.1, p. 22–35. 2011.

BARBOSA, F. M.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L. Nest architecture of the stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Biota Neotropica**. v.13, n.1. p 147-152. 2013.

BARRETO, L. S. e CASTRO, M. S. Ecologia de nidificação de abelhas do gênero *Partamona* (Hymenoptera: Apidae) na caatinga, Milagres, Bahia. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p.137-142, 2007.

BARTELLI, B, F. e NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination Services Provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p. 510-516. 2014.

BARTELLI, B, F. e NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Pollination Services Provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p. 510-516. 2014.

BAUMGARTNER, D. L. e ROUBIK, D.W. Ecology of necrophilous and filth-gathering stingless bees (Apidae: Meliponinae) of Peru. **Journal of the Kansas Entomological Society**., v.62, p.11-22. 1989.

BEGO, L. R.; ZUCCHI, R.; MATEUS S. Notas sobre a estratégia alimentar (cleptobiose) de *Lestrimelitta limao* Smith (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Naturalia**. v.16, p.119-127. 1991.

BIESMEIJER, J. C e SLAA E. J. Information flow and organization of stingless bee foraging. **Apidologie**. v.35, pp.143-157. 2004.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J.; CASTRO, M.S.; VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Connectance of Brazilian social bees – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**. v.5, n.1, pp.85-93. 2005.

BISPO DOS SANTOS, S. A.; ROSELINO, A. C.; HRNCIR, M.; BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, v.8. n.2. pp.751-757. 2009.

BOMFIM, I, G, A.; BEZERRA, A, D de M.; NUNES, A. C.; DE ARAGÃO, F, A. S.; FREITAS. B. M. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species (Apidae: Meliponini) in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology**. v.61, n.4, p.502-509. 2014.

BOMFIM, I, G, A.; BEZERRA, A, D de M.; NUNES, A. C.; DE ARAGÃO, F, A. S.; FREITAS. B. M. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species (Apidae: Meliponini) in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology**. v.61, n.4, p.502-509. 2014.

BONETTI, A. M.; KERR, W. E.; MATUSITA S. H. Effects of juvenile hormones I, II and III, in single and fractionated dosage in *Melipona* bees. **Revista Brasileira de Biologia**. v.55 n.1, p.113-120. 1995.

BORGES, F. VON B. e BLOCHTEIN, B. Variação sazonal das condições internas de colônias de *Melipona marginata obscurior* Moure, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.23, n.3. p.711-715. 2006.

BRASIL. Decreto Nº 13.321, de 5 de junho de 2012. Dispõe sobre a ampliação e os objetivos da Floresta Nacional do Araripe-Apodi, no Município de Barbalha, Estado do Ceará, criada pelo Decreto Lei no 9.226, de 2 de maio de 1946. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 5 de junho de 2012.

BRASIL. Decreto Nº 9.226, de 2 de maio de 1946. Cria a floresta nacional do Araripe-Apodi. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Rio de Janeiro, 2 de Maio de 1946.

BROSI, B. J.; GRETCHEN, C.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. **Ecological Applications**. v.17, p.418–430. 2007.

BROWN, J. C. e ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. **Journal of Biogeography**. v.28, p.623–634. 2001.

BUCHMANN, S. L. e HURLEY, J. P. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. **Journal of Theoretical Biology**, v.72, p.639-657.1978.

BUCHMANN, S. L. In: C.E. JONES e R.J. LITTLE (eds). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. Scientific and Academic Editions, Van Nostrand Reinhold, New York. 558p. 1983.

CALAÇA, P. de S. S. T. Aspectos da biologia de *Melipona quinquefasciata* Lepeletier (Mandaçaia do chão), características físico-químicas do mel, recursos alimentares e leveduras associadas. 2011. 109 p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2011.

CAMARGO, J. M. F e MENEZES, S. R. P. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. **Apidologie**. v.23, p 509-522. 1992.

CAMARGO, J. M. F e PEDRO, S. R. M. Meliponini neotropicais: o gênero *Ptilotrigona* Moure (Hymenoptera, Apidae, Apinae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v.48, n.3, p.353-377, 2004.

CAMARGO, J. M. F e PEDRO, S. R. M. Mutualistic association between a tiny Amazonian stingless bee and a wax-producing scale insect. **Biotropica**. v.34, p.446–451. 2002.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In MOURE, J. S., URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. 2013. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Jan/12/2015.

CAMARGO, J. M. F. (*in memoriam*) e VIT, P. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. In Vit, P.; PEDRO, S.R.M.; ROUBIK D.W. (Eds.), **Pot- Honey: A legacy of stingless bees** (pp. 19-34). New York: Springer. 2013.

CAMARGO, J. M. F. de. Ninhos e biologia de algumas espécies de Meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) da região de Porto Velho, Território de Rondônia, Brasil. **Revista Biologia Tropical**. v.16, n.2, p.207-239, 1970.

CAMARGO, J. M. F. e PEDRO, S. R. M. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomia e biogeografia. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.47, n.3. p.311-372. 2003.

CAMARGO, J. M. F. e PEDRO, S. R. M. Notas sobre a bionomia de *Trichotrigona extranea* Camargo e Moure (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 51, n.1, p.72-81, 2007.

CARVALHO, A.T.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Register of a new nidification substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): The arboreal nest of the termite *Constrictotermes cyphergaster* nature (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). **Sociobiology**. v.61, n.4. p.428-434. 2014.

CARVALHO, C. A. L. de.; SOUZA, B. de A. DIAS, C. de S.; ALVES, R. M. O. de.; MELO, A. F. de L.; SOARES, A. C. F.; CARVALHO-ZILSE, G. A. Five egg-laying queens in a single colony of brazilian stingless bees (*Melipona scutellaris* Latreille). **Acta Amazonica**. v. 41, n.1, p.123 – 126, 2011.

CARVALHO, D. A e OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin e Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.319-328. 2003.

CONTRERA, F. A. L.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G. C.; New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.48-51, 2011.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v.72, p. 47–59. 1991.

CORTOPASSI-LAURINO, M. **O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto" Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

CORTOPASSI-LAURINO, M. **O Refúgio das Abelhas "Paulo Nogueira-Neto". Mensagem Doce**. n.103. 2009. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/103/artigo.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I. B.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**. v.37, n.2, p.275–92. 2006.

COSTA, I. R. DA.; ARAÚJO, F. S. DE.; LIMA-VERDE, L. W. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v.18, n.4, p. 759-770. 2004.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K. NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G. SUTTONKK, P.; VAN DEN BELT, MARJAN. The value of the word's service and natural capital. **Nature**, n. 387, p. 253-260.1997.

COUVILLON, M. J.; WENSELEERS, T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NOGUEIRA-NETO, P. RATNIEKS, F. L. W. Comparative study in stingless bees (*Meliponini*) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. **Journal of Evolutionary Biology**, v. p.194–201. 2008.

CPMR. Serviço geológico do Brasil. **Atlas geológicos do Brasil**. Levantamento da geodiversidade projeto atlas pluviométrico do Brasil isoietas anuais médias período 1977 A 2006. Ministério de Minas e energia. Brasília, 2011. 1 mapa, color. Escala 1: 500.000.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n.12, p. 1197-1201, 2005.

DEL SARTO, M. C. L.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; CAMPOS, L. A. O. Differential insecticide susceptibility of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera*. **Apidologie**, v. 45, n. 5, p. 626-636, 2014.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Maryland, v.98, pp.260-266, 2005.

DELAPLANE, K. S. e MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. NEW YORK, NY: CABI Publishing, 2000. p. 364.

ELTZ, T.; CARSTEN, A.; KAARS, B. S. V. D. K.; LINSENMAIR, E. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. **Oecologia**, n.131. p.27–34. 2002.

ENGELS, W. e V. L. IMPERATRIZ-FONSECA, Caste development, reproductive strategies, and control of fertility in honey bees and stingless bees. In: **Social Insects. An Evolutionary Approach to Castes and Reproduction** (W. Engels, Ed.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 167–230. 1990.

FIDALGO, O. e KLEINERT, A. M. P. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae; Meliponini) in Ubatuba, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 1, p. 133–140, 2007.

FRANCKE, W.; LUBKE, G.; SCHODER, W.; RECKZIEGEL, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; KLEINERT, A.; ENGELS, E.; HARTFELDER, K.; RADTKE, R.; ENGELS, W. Identification of oxygen containing volatiles in cephalic secretions of workers of Brazilian stingless bees. **Brazilian Journal of Chemistry Society**, v.11, n.6, p. 562-571. 2000.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. Londres – Reino Unido: Academic Press, 1993. 684 p.

FREEMAN, R. B. Charles Darwin on the routes of male humble bees. **Bulletin of the British Museum (Natural History) historical series**. v.3. n.6. p. 177-189. 1968.

FREIRE D. C. B.; BRITO-FILHA C. R. C.; CARVALHO-ZILSE G. A.; Efeito dos óleos vegetais de andiroba (*Carapa* sp.) e Copaíba (*Copaifera* sp.) sobre forídeo, pragas de colméias, (Diptera: Phoridae) na Amazônia Central.- **Acta Amazonica**, v.36 n.3, p. 3-8. 2006.

FREITAS, B. M. e PAXTON, B. M. A comparison of two pollinators: the introduced honeybee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 109-121. 1998.

FREITAS, B. M. e PAXTON, B. M. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, p. 319 – 326, 1996.

FREITAS, B. M.; ALVES, J.E.; MESQUITA, F.L.A.; ARAÚJO, Z.B. Adaptação da uruçú do chão (*Melipona quinquefasciata*) em colméias de madeira ao nível do solo. In: V Encontro sobre abelhas. 5, Ribeirão Preto. SP. 2002. **Anais...** Ribeirão Preto. SP. 2002. 576p. p.289.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. de M. P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346. 2009.

GALLAI, N., SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**. v.68, p.810–821. 2009.

GARCIA, B. M. V.; DE OLIVERA, M. L.; DE OLIVERA C., L. A. Use of Seeds of *Coussapoa asperifolia magnifolia* (Cecropiaceae) by Stingless Bees in the Central Amazonian Forest (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). **Entomologia Generalis**. p.255 – 258. v. 17 n.4.1992.

GRECO, M. K.; HOFFMANN, D.; DOLLIN, A.; DUNCAN, M.; SPOONER- HART, R.; NEUMANN, P. The alternative Pharaoh approach: stingless bees mummify beetle parasites alive. **Naturwissenschaften**. v.97, n.3, p.319-323. 2010.

GRIMALDI, D. e ENGEL, M, S. **Evolution of the insects**. New York: Cambridge University Press, 755 pp. 2013.

GRÜTER, C.; KÄRCHER, M. H.; FLW RATNIEKS. The Natural History of Nest Defence in a Stingless Bee, *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae), with Two Distinct Types of Entrance Guards. **Neotropical Entomology**. v.40, n.1, 2011.

GRÜTER, C.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RATNIEKS, F. L. W. A morphologically specialized soldier caste improves colony defense in a neotropical eusocial bee. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 109, n. 4, p. 1182–1186. 2012.

GRÜTER, C.; MENEZES, C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RATNIEKS, F. L. W. A morphologically specialized soldier caste improves colony defense in a neotropical eusocial bee. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v.109, n.4, p.1182-1186. 2012.

HEARD, R.A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.44, p.183-206,1999.

HRNCIR, M.; JARAU, S.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. Recruitment Behavior in Stingless Bee, *Melipona scutellaris* and *Melipona quadrifasciata*. II. Possible Mechanisms of Communication. **Apidologie**, v. 31, p. 93-113. 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. 1 mapa, color. Escala 1: 500.000.

JACOB, C. R. O.; SOARES, H. M.; CARVALHO, S. M.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O. Acute toxicity of fipronil to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 90, n.1, p.69-72, 2012.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**. v10, n.3. p. 2-21. 2015.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**. v10, n.3. p. 2-21. 2015.

JARAU, E.; HRNCIR, M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F. G. Recruitment Behavior in Stingless Bee, *Melipona scutellaris* and *Melipona quadrifasciata*. I. Foraging at Food Sources Differing in Direction and Distance. **Apidologie**, v.31, p.81-91. 2000.

JARAU, S.; VAN VEEN, J. W.; TWELE, R.; REICHLER, C.; GONZALES E. H.; AGUILAR, I.; FRANCKE, W.; AYASSE, M. Workers make the queens in *Melipona* bees: Identification of geraniol as a caste determining compound from labial glands of nurse bees. **Journal of Chemical Ecology**. v.36, n.6, p.565-569, 2010.

JONGJITVIMOL, T. e WATTANACHAIYINGCHAROEN, W. Distribution, Nesting Sites and Nest Structures of the Stingless Bee Species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University**. v.7, n.1, p.25-34. 2007.

KERR, W. E. Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. **Genetics**. v. 35, n. 2, p. 143-152, 1950.

KERR, W. E. Some aspects of the evolution of social bees, **Evolutionary Biology**. v.3, p.119–175. 1969.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; DA SILVA, A. C.; DE ASSIS, M. da G. P.; Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. In Sato, E. e Pires, T. de C. **Parcerias Estratégicas**. Ministério da Ciência e Tecnologia: Centro de Estudos Estratégicos (CEE) n.12, p.20-42. 2001.

KERR, W.E.; STORT, A.C.; MONTENEGRO, M. J. Importância de alguns fatores ambientais na determinação das castas do gênero *Melipona*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.38, n.1. p.149-168. 1966.

KLEIN, A. M., VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London: Proceedings B**. v.274, n.1608, p. 303–313. 2007.

KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Clustered male

KOFFLER, S.; MENEZES, C.; MENEZES, P. R.; KLEINERT, A. de M. P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. POPE, N.; JAFFÉ, R. Temporal Variation in Honey Production by the Stingless Bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): Long-Term Management Reveals its Potential as a Commercial Species in Northeastern Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v.108, n.3 p. 858 – 867. 2015.

KÖHLER, H. R. e TRIEBSKORN, R. Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the This Population Level and Beyond?. **Science**. v.341, p.759-765. 2013.

KREMEN, C; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816, 2002.

KUMAR, M. S.; SINGH A. J. A. R.; ALAGUMUTHU, G. Traditional beekeeping of stingless bees (*Trigona* sp.) by Kani tribes of Western Ghats, Tamil Nadu, India. **Indian Journal of Traditional Knowledge**. v.11, p.342–345. 2012.

LEONHARDT, S. D. e BLÜTHGEN, N. A Sticky Affair: Resin Collection by Bornean Stingless Bees. **Journal compilation by The Association for Tropical Biology and Conservation. Biotropica**. v. 41, n.6, p.730–736, 2009.

LEONHARDT, S. D.; JUNG, L-M.; SCHMITT, T.; BLÜTHGEN, N. Terpenoids tame aggressors: role of chemicals in stingless bee communal nesting. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 64, p.1415–1423. 2010.

LEONHARDT, S. D.; MENZEL, F.; NEHRING, V.; SCHMITT, T. Ecology and Evolution of Communication in Social Insects. **Cell**. v.164, n.10, p. 1277- 1287. 2016.

LEONHARDT, S. D.; SCHMITT, T.; BLÜTHGEN, N. Tree Resin Composition, Collection Behavior and Selective Filters Shape Chemical Profiles of Tropical Bees (Apidae: Meliponini). **PLoS ONE**. v. 6, n.8, e23445. doi:10.1371/journal.pone.0023445. 2011.

LIMA, F.V.O.; SILVESTRE, R.; BALESTIERI, J. B. P. Nest Entrance Types of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae) in a Tropical Dry Forest of Mid-Western Brazil. **Sociobiology**. v.60, n.4, p.421-428. 2013.

LIMA-VERDE, L. W. e FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**. v.62, n.3, p.479-486, 2002.

LOURENÇO, C. T.; CARVALHO, S. M.; MALASPINA, O.; NOCELLI, R. C. F. Oral toxicity of fipronil isecticide against the stingless bee *Melipona scutellaris* (Latreilli, 1811). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 89, n.1, p.921-924, 2012.

MARTINS, C. F.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**. v.4, n.2, p.1-8. 2004.

MATEUS, S. e NOLL, F. B. Predatory behavior in a necrophagous bee *Trigona hypogea* (Hymenoptera; Apidae, Meliponini). **Naturwissenschaften**. v.91, p.94–96. 2004.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. John Hopkins University Press, Baltimore, Mariland, 2007, p. 913.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees**. Massachusetts: Harvard University Press, 1974.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Pres, 2005. 100p.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras-MG. **Ciênc. agrotec.** Lavras-MG. v.26, p.1167-1177. 2002.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M. de.; CASTRO, A. S.; COSTA, F. R.C. da. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**. v.66, n.3, p.717-743. 2015.

MOURE, J. S; URBAN, D. e MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. 2008. Online version. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2015.

MURRAY, T. E. KUHLMANN, M. e POTTS, S. G. Conservation ecology of bees: populations species and communities, **Apidologie**, v.40, p. 211–236. 2009.

NABHAN, G. P e BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: G. C. DAILY (ed.). **Nature's service: Societal dependence on natural ecosystems**. Washington, D.C: Island. p.133-150. 1997.

NIEH, J. C. Recruitment communication in stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Apidologie**, v. 35, p. 159-182. 2004.

NIEH, J. C.; BARRETO, L. S.; CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Olfactory eavesdropping by a competitively foraging stingless bee, *Trigona spinipes*. **Proceedings of the Royal Society of London: Proceedings B**. v.271, p.1633–1640. 2004.

NIEH, J. C.; CONTRERA, F. A. L.; RANGEL, J.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Effect of food location and quality on recruitment sounds and success in two stingless bees, *Melipona mandacaia* and *Melipona bicolor*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 55, p.87–94. 2003.

NOGUEIRA-NETO P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445 p. 1997.

NOLL, F. B.; ZUCCHI, R.; JORGE, J. A.; MATEUS, S. Food collection and maturation in the necrophagous stingless bee, *Trigona hypogea* (Hymenoptera: Meliponinae). **Journal Of The Kansas Entomological Society**. v.69, p. 287-293.1996.

NUNES, T. M.; NASCIMENTO, F. S.; TURATTI, I. C.; LOPES, N. P.; ZUCCHI, R. Nestmate recognition in a stingless bee: does the similarity of chemical cues determine guard acceptance? **Animal Behaviour**. v.75, n.3, p. 1165–1171. 2008.

NUNES, T. M.; NASCIMENTO, F. S.; TURATTI, I. C.; LOPES, N. P.; ZUCCHI, R.. Cuticular hydrocarbons in the stingless bee *Schwarziana quadripunctata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): differences between colonies, castes and age. **Genetics and Molecular Research**, v.8, p.589-595. 2009.

NUNES, T. M.; VON ZUBEN, L. G.; COSTA, L.; VENTURIERI, G. C. Defensive repertoire of the stingless bee *Melipona flavolineata* Friese (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.61, n.4, p.541-546. 2014.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; DA SILVA, C. I.; ROLDÃO, Y. S.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**. v.44, n.5,pp 537-546. 2013.

OLDROYD, B. P. What's Killing American honey bees? **PLos Biology** v.5. p.1195-1199, 2007.

OLIVEIRA, A. P. M. de.; VENTURIERI, G. C. CONTRERA, F. A. L. Body size variation, abundance and control techniques of *Pseudohypocera kerteszi*, a plague of stingless bee keeping. **Bulletin of Insectology**. v. 66, n.2, p. 203-208, 2013.

OLIVEIRA, F.; KERR, W. E. Divisão de uma colônia de japurá (*Melipona compressipes manaosensis*) usando-se uma colméia e o método de Fernando Oliveira. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 10 p. 2000.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; SAM TARRANT. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos** v.120,n. 3,p.321–326, 2011.

O'TOOLE, C. e RAW, A. **Bees of the World**. London: Blandford. 1991. 192p.

PARRA, G. N. Abejas de Colombia : Lista preliminar de algunas espécies de abejas sin aguijón (Hymenoptera : Apidae : Meliponinae). **Revista De Biología Tropical**. v.31, n. 1, p.155-158, 1983.

PEDRO, S. R. M. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.61, n.4. p.348-354. 2014.

PEREIRA, J. O.; FREITAS P. B. M.; JORGE, D. M. M.; TORRES, D.C.; SOARES, C. E. A.; GRANGEIRO, T. B. Genetic variability in *Melipona quinquefasciata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) from northeastern Brazil determined using the first internal transcribed spacer (ITS1). **Genetics and Molecular Research**. v.8, n.2. p641-648. 2009.

PERUQUETTI, R. C.; COSTA, L. da S. M. da.; SILVA, V. S. da.; DRUMOND, P. M Frugivory by a Stingless Bee (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology** v.39, n.6, p.1051-1052. 2010.

PERUQUETTI, R. C.; SILVA Y. C.; DRUMMOND P. M. Forídeos cleptoparasitas de abelhas-sem-ferrão: sazonalidade, distribuição espacial e atratividade de iscas de vinagre.- **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Acre, n.48, p.1-18. 2012.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v.14, n.1, p. 266-281. 2010.

PIRES, V. C.; ARANTES, R. C. C.; TOREZANI, K. R. de S.; RODRIGUES, W. A.; SUJII, E. R.; SILVEIRA, F. A. da.; PIRES, C. S. S. **Abelhas em áreas de cultivo de algodoeiro no Brasil**. Brasília, DF : Embrapa, 55 p. 2014.

POSEY, D. A. Keeping of stingless bees by the kayapo' indians of Brazil. **Journal of Ethnobiology**. v.3, n.1, p. 63-73. 1983.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E.; Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**. v.25, p.345-353. 2010.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**. v.21, p.469-488. 1990.

RASMUSSEN, C. A Stingless Bee Nesting with a Paper Wasp (Hymenoptera: Apidae, Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. v.77. n.4. p.593-601. 2004.

RASMUSSEN, C.; CASTILLO, P. S. Estudio preliminar de la Meliponicultura o apicultura silvestre em el Perú (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). **Revista Peruana de Entomologia**, v.43, p.159-164, 2003.

RASMUSSENA, C. e CAMARGO. J. M. F. A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona s.s.* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apidologie**, v. 39, p. 102–118, 2008.

RECH, A. R.; SCHWADE, M. A.; SCHWADE. M. R. M. **Abelhas-sem-ferrão amazônicas defendem meliponários contra saques de outras abelhas**. v. 43, n.3, p.389 – 394. 2013.

RIBEIRO, M. de F. Manejo de urucu do chão (*Melipona quinquefasciata*) no interior do Ceará e Pernambuco. **Mensagem Doce**. n.95. 2008. Disponível em: <http://apacame.org.br/mesangemdoce/95/artigo1.htm>. Acesso em 23 de março de 2015.

ROSELINO, A.C. S.; SANTOS, A. B. DOS.; BEGO, L. R. Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lapeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Biociências**. v.8, n. 2, p. 154-158, 2010.

ROUBIK, D. W. e PATIÑO J. E. M. *Trigona corvina*: An Ecological Study Based on Unusual Nest Structure and Pollen Analysis. **Psyche: A Journal of Entomology**. v. 2009. p.1687-7438 (Online). 2009.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 514 p.1989.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**. v.37, p.124–143. 2006.

ROUBIK, D.W.; SMITH, B.H.; CARLSON, R. G. Formic acid in caustic cephalic secretions of stingless bee, *Oxytrigona* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Chemical Ecology**. v.13, n. 5. p.1079–1086. 1987.

SABINO, W. DE O.; FERREIRA, R. DE P.; ANTONINI, Y. A apifauna do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais. **Revista MG.BIOTA**, Belo Horizonte, MG. v.3, n.6., 2011.

SAKAGAMI, S. F. Stingless bees. In: HERMANN, H. R. (Ed.). **Social Insects**. London: Academic Press, v.3. p. 361-423. 1982.

SAKAGAMI, S. F.; ROUBIK, D. W.; ZUCCHI, R. Ethology of the robber stingless bee, *Lestrimelitta limao* (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v.21, n. 2, p. 237-277. 1993.

SANTOS, W. E.; CARNEIRO, L.T.; ALVES, A. C. F.; CREÃO-DUARTE, A. J.; MARTINS, C. F. Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) Attracted to Animal Carcasses in the Brazilian Dry Forest and Implications for Forensic Entomology. **Sociobiology** v.6, n.4, p.490-493. 2014.

SÃO THIAGO, P. DE S.; BASTOS, E. M. A. F.; SABINO, W. DE O.; SILVEIRA, M. A.; ANTONINI, Y. Ecologia da nidificação de Mandaçaia-do-chão (*M. quinquefasciata*) no Parque Estadual Veredas do Peruçu. **MG.BIOTA**, Belo Horizonte, v.3, n.2, p4-14. 2010.

SCHORKOPF, D.L.P., HRNCIR, M., MATEUS, S., ZUCCHI, R., SCHMIDT, V.M. e BARTH, F.G. Mandibular gland secretions of meliponine worker bees: further evidence for their role in interspecific and intraspecific defence and aggression and against their role in food source signalling. **The Journal of Experimental Biology**. v.212, p.1153-1162. 2009.

SCHWARZ, H. F. The stingless bees (Meliponinae) of the Western Hemisphere. **Bull. Amer. Nat. Hist.** v.90, p.136-146, 1948.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BOMFIM, I. G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) Ducke como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n.3, p. 386-390, 2005.

SILVEIRA, F. A; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária. 2002. p. 253.

SIMPSON, B. B. e NEFF. L. J. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v,68, p.301-322. 1981.

SIQUEIRA, E. L.; MARTINES, R. B.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em uma Região do Rio Araguari, Araguari-MG. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n.1, p 38-44, 2007.

- SIQUEIRA, E. N. L.; BARTELLI, B. F.; NASCIMENTO, A. R. T.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Diversity and Nesting Substrates of Stingless Bees (Hymenoptera, Meliponina) in a Forest Remnant. **Psyche: A Journal of Entomology**. v. 2012, p. 9. 2012.
- SLAA, E. J.; SÁNCHEZ CHEZ, L. A.; MALAGODI-BRAGA.; HOFSTEDDE, F. E.; Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**. v.37, p. 293-315. 2006.
- SLAA, E. J.; SANCHEZ L. A.; SANDÍ M.; SALAZAR, W.; A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures, **Apidologie**. v.31, p.141–142. 2000.
- SOMMEIJER, M. J. **Beekeeping with stingless bees: a new type of hive**. v.80, n.2. p.70-79. 1999.
- SOMMEIJER, M. J.; BRUIJN, L. L. M. de.; MEEUWSEN, F. J. A. J.; MARTENS, E.P. Natural patterns of caste and sex allocation in the stingless bees *Melipona favosa* and *M. trinitatis* related to worker behaviour. **Insectes sociaux**. v.50, p.38–44. 2003.
- SOMMEIJER, M. J.; CHINH, T. X.; MEEUWSEN, F. Behavioural data on the production of males by workers in the stingless bee *Melipona favosa* (Apidae, Meliponinae). **Insectes sociaux**. v.46, n.1, p.92-93, 1999.
- SOUZA, B. de A.; CARVALHO. C. A. L. de.; ALVES. R. M. de O. Notas sobre a bionomia de *Melipona asilvai* (Apidae: Meliponini) como subsídio à sua criação racional. **Revista Archivos de Zootecnia**. v.57, n. 217. p. 53-62. 2008.
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE**. Convênio com o Serviço de Meteorologia, Recife: SUDENE, 1963.
- TONIOLO, E. R. & KAZMIERCZAK, M. L. **Mapeamento da Floresta Nacional do Araripe**. Fortaleza: MMA/IBAMA/PNF. p.07. 1998.
- VAN VEEN, J. W. e SOMMEIJER, M. J. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**. v.47, p. 70-75, 2000.
- VAN VEEN, J. W.; ARCER ARCE, H. G.; SOMMEIJER, M. J. Production of queens and drones in *Melipona beecheii* (Meliponini) in relation to colony development and resource availability. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society**. v.15, p. 35-39, 2004.
- VAN ZWEDEN, J. S.; GRÜTER, C.; JONES, S. M.; RATNIEKS, F. L.W. Hovering guards of the stingless bee *Tetragonisca angustula* increase colony defensive perimeter as shown by

intraand inter-specific comparisons. **Behavioral Ecology Sociobiology**. v.65: p.1277–1282. 2011.

VAN ZWEDEN, J. S.; SCHORKOPF, D. L. P.; ELIAS, L. G. VAZ A. L. L.; FAVARIS, A. P.; CLOSOSKI, G. C.; BENTO, J. M. S.; NUNES, T. M. Interspecific chemical communication in raids of the robber bee *Lestrimelitta limao*. **Insectes Sociaux**. v.63, p.339–347. 2016.

VELTHUIS, H. H. W.; CORTOPASSI LAURINO, M.; CHAGAS, F. The nest of the Brazilian stingless bee *Melipona quinquefasciata*. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society**.v.19, p 23-29. 2008.

VELTHUIS, H. H. W.; ROELING, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Repartition of reproduction among queens in the polygynous stingless bee *Melipona bicolor*. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society**. v.12, p.45-49. 2001.

VELTHUIS, H. H. W.; VRIES, H. De; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The polygyny of *Melipona bicolor*: scramble competition among queens. **Apidologie**. v.37, p.222-239. 2006.

VENTURIERI, G, C. **Caixa para a Criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900. Comunicado Técnico 212**. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA. 8p. 2008a.

VENTURIERI, G, C. **Contribuições para a Criação Racional de Meliponíneos Amazônicos. Documentos, 330**. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA. 26p. 2008a.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. A.; VILLAS-BOAS J. K.; CARVALHO, C. A. L.; MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; CONTRERA, F. A. L.; CORTOPASSI-LAURINO M.; NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA V.L., Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. editors. **Polinizadores no Brasil contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP; 2011.

VIANA, B. F.; COUTINHO, J. G. da E.; GARIBALDI, L. A.; GASTAGNINO G. L. B.; GRAMACHO, K. P.; SILVA, F. O. da. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**. v.14, n.25, p 261-269. 2014.

VIANA, J. L.; SOUSA, H. A. C.; ALVES, R. M. O.; PEREIRA, D.G.; SILVA J. R.; J. C.; PAIXÃO, J. F.; WALDSCHMIDT, A. M. Bionomics of *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in relation to its nesting behavior. **Biota Neotropica**. v.15, n.3, p.1–7. 2015.

VILLANUEVA-G, R.; ROUBIK, D.W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v.86, n.2, p.35-41, 2005.

VOSSLER, F. G. Flower visits, nesting and nest defence behaviour of stingless bees (Apidae: Meliponini): suitability of the bee species for meliponiculture in the Argentinean Chaco region. **Apidologie**. v.43, p.139–161. 2012.

WHITEHORN, P. R.; O'CONNOR, S.; WACKERS, F. L.; GOULSON, D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science** v.336, p.351–352. 2012.

WILLE, A. Biology of the stingless bees. **Annual Review of Entomology** - v.28, p.41–64. 1983.

WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G.; AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v.90, n.8. 2009.