



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ARIANNE MOREIRA CAVALCANTE**

**NICHO TRÓFICO E ASPECTOS BIONÔMICOS DA ABELHA SOLITÁRIA**  
***Tetrapedia diversipes* KLUG (HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)**

**FORTALEZA**

**2016**

**ARIANNE MOREIRA CAVALCANTE**

**NICHO TRÓFICO E ASPECTOS BIONÔMICOS DA ABELHA SOLITÁRIA**  
***Tetrapedia diversipes* KLUG (HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas

**FORTALEZA**

**2016**

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

---

C364n Cavalcante, Arianne Moreira.  
Nincho trófico e aspectos bionômicos da abelha solitária *Tetrapedia diversipes* Klug  
(Hymenoptera, Apidae, Tetrapediini). / Arianne Moreira Cavalcante. – 2016.  
58 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.  
Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal  
Orientação: Prof. Dr. PhD Breno Magalhães Freitas

1. Abelha. 2. Nutrição animal. 3. Armadilhas para insetos. I. Título.

---

CDD 631

ARIANNE MOREIRA CAVALCANTE

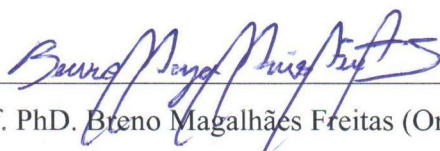
**NICHO TRÓFICO E ASPECTOS BIONÔMICOS DA ABELHA SOLITÁRIA**

***Tetrapedia diversipes* KLUG (HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

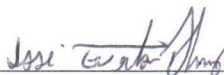
Aprovada em: 17/03/2016

BANCA EXAMINADORA



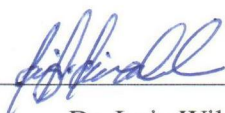
Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. José Everton Alves

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)



Dr. Luiz Wilson Lima-Verde

Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, em especial à minha mãe Líbia e à minha irmã Andréa, por todo amor e apoio que sempre me dedicaram, e aos meus sobrinhos Eduardo e Isabella, que são a paixão da minha vida.

Com amor,

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

A Deus e à Nossa Senhora da Conceição Aparecida, por estarem sempre comigo, concedendo-me força, calma, paciência e sabedoria para seguir em frente e superar os momentos difíceis desta caminhada.

À minha mãe, Maria Líbia Moreira, que me ensinou a ir em busca dos meus sonhos com dignidade, pelo amor incondicional, por estar sempre ao meu lado me apoiando e incentivando. Tudo que eu sou é mérito dela.

À minha irmã, Andréa Moreira Cavalcante, e ao meu cunhado, Claudemir de Brito Freitas, pela cumplicidade, pela palavra amiga nos momentos em que mais precisei, por todo apoio e por sempre terem acreditado em mim.

Aos meus sobrinhos Antônio Eduardo Moreira Oliveira e Isabella Moreira Freitas, que adicionaram mais alegria à minha vida.

À minha tia Maria Lady Moreira, por sempre estar ao meu lado, pelo constante apoio e incentivo, e à minha prima Alana Paula Moreira Rodrigues, pela amizade e cumplicidade que sempre me dedicou, e por deixar suas atividades em segundo plano para me ajudar no laboratório.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela estrutura e suporte concedidos.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, por contribuírem na formação do meu conhecimento.

Ao meu orientador, Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas, pela orientação, pela confiança e oportunidade de realizar este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Aos membros da Banca Examinadora, Dr. Luiz Wilson Lima-Verde e Dr. José Everton Alves, pela disponibilidade e contribuições valiosas que engrandeceram meu trabalho.

À Dra. Cláudia Inês Silva, pelas sugestões dadas ao longo deste trabalho e pela ajuda na identificação polínica.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino, pelo apoio e amizade.

À Ma. Patrícia dos Santos Vilhena, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP,) por sua disponibilidade em identificar os espécimes de *Tetrapedia*.

Aos meus queridos amigos Rita Kelly de Oliveira Pontes, João Paulo Portela, Naanna Evangelista Agostinho Silva e Rebeca Cruz dos Santos, que sempre estiveram presentes me aconselhando, apoiando e incentivando.

Ao amigo David Silva Nogueira, por ser meu aliado em todos os momentos confusos e difíceis. Agradeço de coração pelas conversas sinceras, pelo incentivo e amizade que, mesmo de longe, fizeram toda a diferença.

Aos meus colegas do Grupo de pesquisa com Abelhas (GPA): Jânio Angelo Felix, Nayanny de Sousa Fernandes, Leonardo dos Santos Gurgel e Camila Queiroz Lemos, pelo apoio e incentivo e, de maneira muito especial, a Gercy Soares Pinto, Irailde do Nascimento Lima e Epifânia Emanuela de Macedo Rocha, por todos os bons momentos que compartilhamos, pelo apoio e pela grande ajuda na confecção das lâminas e contagem dos grãos de pólen.

Aos amigos do mestrado Angela Maria da Silva Gomes, Hiara Marques Meneses, Francisco Anderson Vieira de Almeida e José Elton de Melo Nascimento, pela amizade que construímos e por compartilharem todos os momentos de angústias, estresses e alegrias, mas que foram de grande importância para nosso crescimento pessoal e profissional. Vocês são incríveis!

Ao funcionário do Setor de Abelhas da UFC, Sr. Francisco José Carneiro da Silva, pelos ensinamentos, apoio e por toda amizade que sempre me dedicou desde a graduação.

Aos meus pequenos Zaqueu, Zeus e Nina, pelos preciosos momentos de descontração.

Muito Obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê” (Arthur Schopenhauer).



# NICHO TRÓFICO E ASPECTOS BIONÔMICOS DA ABELHA SOLITÁRIA *Tetrapedia diversipes* KLUG (HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)

## RESUMO GERAL

No mundo existem mais de 20.000 espécies de abelhas descritas. Dentre elas, estão as abelhas solitárias *Tetrapedia diversipes* pertencentes à tribo Tetrapediini, a qual ocorre exclusivamente na região neotropical. As fêmeas de *T. diversipes*, assim como os machos, possuem adaptações morfológicas e comportamentais que permite a coleta de lipídeos florais, utilizado pelas fêmeas na alimentação de larvas, na construção das células de cria e na impermeabilização dos ninhos. Essas abelhas possuem hábitos de nidificação variados, pois nidificam no solo, em termiteiros ou em cavidades pré-existentes em madeira, possibilitando a utilização de ninhos-armadilha nas áreas de estudo. Esse método permite a obtenção de informações sobre o comportamento de nidificação, arquitetura dos ninhos e recursos fornecidos para as larvas. Todo esse conhecimento fornece subsídios para estudos sobre os requerimentos ambientais dessas abelhas, bem como para o desenvolvimento de técnicas de manejo, visando à manutenção dessas abelhas nativas no meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar a bionomia de *Tetrapedia diversipes* e identificar as espécies de plantas usadas na dieta de seus imaturos, por meio da análise cropalinológica. O estudo foi realizado no Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, no período entre dezembro de 2014 e setembro de 2015, através da disponibilização de ninhos-armadilha confeccionados em cartolina preta e canudos de plásticos transparentes. Durante o estudo, foram registrados 135 ninhos onde o maior percentual de nidificações ocorreu no final do período chuvoso e início do período seco; contudo, não houve diferença significativa entre a taxa de nidificação mensal (%) e as variáveis climáticas avaliadas: temperatura (°C)  $r = -0,1635$ ;  $p = 0,6517$ ; umidade relativa do ar (%)  $r = 0,4954$ ;  $p = 0,1454$  e precipitação pluviométrica (mm)  $r = 0,4285$ ;  $p = 0,2166$ . O número de células de cria construídas por essas abelhas em cada ninho variou de 1 a 8, totalizando 593 células. Nesses ninhos, emergiram 297 fêmeas, 151 machos e indivíduos de duas espécies parasitas. As fêmeas de *Tetrapedia diversipes* utilizaram recursos de 29 espécies de plantas para alimentar sua prole. O tipo polínico com maior representatividade na dieta dessas abelhas foi *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*) compondo 59,57% de todo pólen analisado. A análise individual das fezes presentes nas células de machos ( $n = 31$ ) e de fêmeas ( $n = 66$ ) revelou que a dieta dos machos é composta por mais tipos polínicos do que a dieta das fêmeas. Contudo, quando comparada

com a amplitude do nicho trófico entre os dois sexos, os machos apresentaram uma dieta menos diversa em relação às fêmeas ( $H'F= 1.32$ ;  $H'F= 1.08$ ;  $t= 16.371$ ;  $p < 0.0001$ ). O estudo indicou, também, que houve uma forte sobreposição na utilização de plantas como fonte de pólen, sendo de 98,9% ( $CH= 0.989$ ) entre os dois sexos; contudo, não houve diferença estatística na distribuição de frequência dos itens alimentares de machos e fêmeas ( $D = 0,214$ ;  $p = 0,341$ ). Os tipos polínicos *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*) e o *Talinum triangulare* (*Portulacaceae*) foram mais frequentes, tanto na dieta das fêmeas como na dieta dos machos. Este estudo permitiu verificar que *T. diversipes* nidificou tanto na estação chuvosa como na estação seca, apresentando baixos índices de parasitismo. Os resultados das amostras de fezes dessas abelhas evidenciou que a dieta dos imaturos é rica em diferentes tipos polínicos, indicando que essa espécie é polilética.

**Palavras-chave:** Abelhas solitárias. Ninhos-armadilha. Dieta de imaturos.

## BIONOMIC ASPECTS AND TROPHIC NICHE OF BEE LONE *Tetrapedia diversipes* KLUG (HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)

### GENERAL ABSTRACT

In the world, there are more than 20,000 species of bees described. Among them there are the solitary bees *Tetrapedia diversipes*, belonging to Tetrapediini tribe, which occur exclusively in the Neotropics. *T. diversipes*. The females, as well as males, have morphological and behavioral adaptations that allow the collection of floral lipids used by females in feeding larvae, in the construction of brood cells and sealing of the nests. These bees have varied nesting habits, for ground-nesting in termitaria or pre-existing cavities in wood, enabling the use of trap nests in the study areas. This method allows to obtain information about the nesting behavior, nest architecture and resources provided to the larvae. All this knowledge provides grants for studies on environmental requirements of these bees, as well as for the development of management techniques for the maintenance of these native bees in the environment. In this sense, the objective of this study was to bionomics of *Tetrapedia diversipes* and identify the plant species used in the diet of their immature, through cropalinalogica analysis. The study was conducted at the Federal University of Ceará Bees industry in the period between December 2014 and September 2015 by providing trap nests made of black paper and straws transparent plastic. During the study were recorded 135 nests where the highest percentage of Nest establishment occurred at the end of the rainy season and early dry season, but there was no significant difference between the monthly nesting rate (%) and evaluated climate variables: temperature (° C)  $r = -0.1635$ ;  $p = 0.6517$ ; relative humidity (%)  $r = 0.4954$ ;  $p = 0.1454$  and rainfall (mm)  $r = 0.4285$ ;  $p = 0.2166$ . The number of cells creates constructed by these bees in each nest ranged from 1 to 8, a total of 593 cells. In these nests emerged 297 females, 151 males and two individuals parasitic species. The *Tetrapedia diversipes* females used resources of 29 plant species to feed their offspring. The pollen type with the largest representation in the diet of these bees was *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) composing 59.57% of all analyzed pollen. The specific analysis of stool present in males cells ( $n = 31$ ) and female ( $n = 66$ ) revealed that the diet of male pollen is composed of more types than diet females. However, when compared with the amplitude of the trophic niche between the two sexes, males had a less diverse diet compared to females ( $H'F = 1:32$ ;  $H'F = 8.1$ ;  $t = 16,371$ ;  $p < 0.0001$ ). The studied also indicated that there was a strong overlap in the use of plants as pollen source of 98.9% ( $CH = 0.989$ ) between the two

sexes, but there was no statistical difference in the frequency distribution of the food items of males and females ( $D = 0.214$ ;  $p = 0.341$ ). The pollen types *Dalechampia* sp (Euphorbiaceae) and *Talinum triangulare* (Portulacaceae) were more frequent in both diet of females as males in the diet. This study showed that *T. diversipes* both built their nests in the rainy season and the dry season has low levels of parasitism. The results of stool samples of these bees showed that the diet is rich in immature different pollen types indicating that this species is polilética.

**Keywords:** Solitary bees. Trap nests. Immature diet.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- a e b) - Marcação da fêmea de <i>Tetrapedia diversipes</i> com etiqueta. c) - Liberação da abelha no local dos ninhos-armadilha, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC em Fortaleza – CE.....	38
Figura 2 - a) - Transferência do imaturo para a cápsula. b) - Larva na cápsula identificada de acordo com a posição dentro do ninho. Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC em Fortaleza- CE.....	39
Figura 3 - Taxa de nidificação de <i>Tetrapedia diversipes</i> e variáveis ambientais precipitação pluviométrica mensal (mm) e temperatura média (°C) no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC entre dezembro e setembro de 2015, em Fortaleza-CE.....	42
Figura 4 - Emergência de fêmeas e machos de <i>Tetrapedia diversipes</i> no período de janeiro a novembro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE. ....	44

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Participação percentual dos tipos polínicos identificados nas amostras residuais dos ninhos de *Tetrapedia diversipes* no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE. Número de espécies (S), Índice de Diversidade ( $H'$ ), Índice de Equitatividade ( $J'$ ) e Índice de Dominância (D)..... 47
- Tabela 2- Tipos polínicos identificados na dieta provisionada para machos e fêmeas de *Tetrapedia diversipes*, no período de junho a outubro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE. Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR)..... 49

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	17
REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
1. REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
1.1 A importância das abelhas .....	18
1.2 Abelhas solitárias e ninhos armadilha .....	19
1.3 Interação com plantas produtoras de óleos florais.....	21
1.4 Breve descrição da Tribo Tetrapediini.....	22
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO II.....	31
RESUMO .....	32
1. INTRODUÇÃO .....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	36
2.1 Área de estudo .....	36
2.2 Ninhos-armadilha (NAs).....	36
2.3 Quantidade de ninhos construídos cada fêmea de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	37
2.4 Arquitetura do ninho e análise dos recursos polínicos utilizados no provisionamento das células de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	38
2.5 Tempo de desenvolvimento dos imaturos e análise da dieta de machos e fêmeas .....	39
2.6 Análise de dados .....	40
2.6.1 Caracterização do nicho trófico de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	40
2.6.2 Caracterização da dieta de machos e fêmeas .....	41
3. RESULTADOS .....	42
3.1 Taxa de nidificação, sazonalidade e arquitetura dos ninhos .....	42
3.2 Período de desenvolvimento, emergência e razão sexual.....	43
3.3 Mortalidade e inimigos naturais associados .....	44
3.4 Nicho trófico de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	45

3.5 Recursos polínicos provisionados em células de machos e fêmeas de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	46
4. DISCUSSÃO.....	50
4.1 Taxa de nidificação, sazonalidade e arquitetura dos ninhos.....	50
4.2 Período de desenvolvimento, razão sexual e mortalidade .....	50
4.3 Recursos polínicos utilizado na dieta dos imaturos de <i>Tetrapedia diversipes</i> .....	52
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS .....	56



## **CAPÍTULO I**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 A importância das abelhas

As abelhas são fundamentais para a manutenção da diversidade de espécies de plantas em ambientes naturais (CONSTANZA *et al.*, 1997; CORDEIRO, 2009; IMPERATRIZ- FONSECA; NUNES-SILVA, 2010), sendo consideradas como o grupo mais importante de polinizadores em diversas culturas ao redor do mundo (GULAN; CRASTON, 2005; KLEIN *et al.*, 2007). Cerca de 73% das espécies agrícolas e até 33% das culturas usadas na alimentação humana são polinizadas por abelhas (FAO, 2004; KLEIN *et al.*, 2007).

A importância das abelhas para a polinização está relacionada à dependência delas, pelos recursos florais, em todas as fases de sua vida. Dessa forma, a polinização realizada por elas ocorre de maneira involuntária, já que as mesmas precisam obrigatoriamente visitar as flores para coletar recursos como o néctar (fonte de energia para si própria e para as crias, o qual é composto por carboidratos, vitaminas e água) e o pólen (principal fonte de proteínas e, além disso, contêm ainda lipídios, minerais e vitaminas) (BAWA, 1990; SILVA; VIANA; PIGOZZO, 2007; RIBEIRO; RÊGO; MACHADO, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2012.; SILVA *et al.*, 2013; SILVA, 2015).

Além de coletar recursos alimentares, as abelhas coletam outros materiais vegetais, alguns utilizados para a construção do ninho (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007) e substâncias aromáticas usadas para atração sexual (ELTZ *et al.*, 1999). Essa coleta é realizada através de adaptações morfofisiológicas e comportamentais que possibilitam às abelhas transportar esses recursos para o ninho e até se alimentar nas flores (ROUBIK, 1992; ZANELLA; MARTINS, 2003; MICHENER, 2007).

A coleta dos recursos florais para o provisionamento do ninho é feita pelas fêmeas, as quais visitam uma grande quantidade de flores, favorecendo a polinização cruzada de muitas espécies botânicas. A partir da transferência dos grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie, pode ocorrer a fecundação dos óvulos, gerando a produção de frutos e/ou sementes. Esse processo de transferência de grãos de pólen da parte masculina da planta para a parte feminina recebe o nome de polinização (CORBET; WILLIAMS; OSBORNE, 1991; PROCTOR, YEO; LACK, 1996; NASCIMENTO *et al.*, 2012; COSTA; OLIVEIRA, 2013).

Apesar da grande importância dos serviços de polinização prestados por esse grupo de insetos, nos últimos anos tem-se observado a diminuição das populações de algumas

espécies de abelhas, advindas de vários fatores, como: fragmentação de habitats naturais, introdução de espécies exóticas, uso indiscriminado de agrotóxicos e mudanças climáticas. As mudanças no clima do planeta são um dos principais problemas da atualidade, pois a elevação da temperatura pode influenciar no período de floração das espécies, como também nas atividades de polinizadores específicos (KEARNS; INOUE, 1997; VIANA; PINHEIRO, 1998; ALDRIDGE *et al.*, 2011; WHITEHORN *et al.*, 2012; TYLIANAKIS, 2013; GIANNINI, 2015).

Segundo Imperatriz-Fonseca, Canhos e Saraiva (2011), com a perda dos agentes polinizadores, diversas espécies de plantas deixam de se reproduzir, resultando na redução concomitante do número de indivíduos da população de plantas, bem como há um efeito negativo na população de espécies de abelhas que dependem dos recursos ofertados por elas.

No mundo existem mais de 20.000 espécies de abelhas descritas, com diversos tamanhos, cores e hábitos de vida que variam do totalmente social (eusocial) ao totalmente solitário (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; MICHENER, 2007). As espécies eusociais são caracterizadas pela sobreposição de gerações e presença de uma casta reprodutiva representada por uma rainha. Nesse hábito de vida, os indivíduos vivem em colônias, dividindo os cuidados com a prole, com a defesa e com o aprovisionamento do ninho (KNOLL *et al.*, 1994; ALVES-DOS-SANTOS, 2002). Dentre esse grupo de abelhas, destacam-se: os apíneos (*Apis mellifera*) e os meliponíneos, por serem considerados polinizadores eficientes de diversas culturas agrícolas (KNOLL *et al.*, 1994; CRUZ *et al.*, 2005; DE JONG *et al.*, 2006).

As abelhas solitárias constituem cerca de 85% do número de espécies descritas e, juntas com as abelhas sociais, desempenham um importante papel na reprodução biológica de muitas espécies vegetais. No entanto, vale ressaltar que, em determinadas culturas, as abelhas solitárias mostram-se mais eficientes do que as abelhas sociais (BATRA, 1984; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2005). Dentre as espécies solitárias, as mais estudadas são as abelhas que nidificam em cavidades preexistentes, porque a metodologia de disponibilizar cavidades artificialmente como ninhos-armadilha é fácil e bastante eficaz (GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004).

## **1.2 Abelhas solitárias e ninhos armadilha**

O comportamento solitário é caracterizado pela independência da fêmea em todo processo de nidificação, ou seja, ao emergir, a fêmea é fecundada e, logo em seguida, procura

um lugar para nidificar. Após ter escolhido o local de nidificação, ela constrói o ninho, aprovisiona as células de cria, oviposita e, se necessário, realiza a defesa do ninho. Todas essas atividades são realizadas sem a cooperação de outras abelhas de uma mesma geração ou mesmo entre mãe e filha. Após cumpridas essas tarefas, elas geralmente morrem sem conhecer seus descendentes (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002; MICHENER, 2007).

As abelhas solitárias utilizam diversos locais de nidificação que varia de acordo com as espécies (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002). Seus ninhos podem ser construídos no solo, na madeira (troncos, galhos ou ramos de árvore) ou em cavidades preexistentes encontradas em fendas de muros, ninhos abandonados de outros animais, aberturas existentes em árvores ou galerias construídas em madeira por outros insetos (KROMBEIN, 1967; ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004). Apenas 5% das espécies solitárias apresentam o hábito de nidificar em cavidades preexistentes, como ninhos-armadilha (KROMBEIN, 1967) e essas estão distribuídas nas famílias *Apidae*, *Megachilidae*, e *Colletidae* (TEIXEIRA, 2011). Esses ninhos-armadilha podem ser de diferentes tipos de materiais, tais como: gomos de bambu, troncos de madeira morta, madeira recobertas com tampa de vidro ou ainda tubos confeccionados com cartolina preta, para evitar a incidência da luminosidade (CAMILLO *et al.*, 1995; MESQUITA, 2009).

A utilização dos ninhos-armadilha foi inicialmente proposta por Krombein (1967). Com o uso dessa técnica, muitos trabalhos foram realizados no intuito de obter mais informações sobre a biologia e comportamento dessas abelhas (JESUS; GARÓFALO, 2000; ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002; CAMILLO, 2005; DRUMMONT; SILVA; VIANA, 2008). Por outro lado, também possibilitou o conhecimento das espécies florais que essas abelhas visitam para aprovisionar as células de cria (DÓREA *et al.*, 2009; MENEZES *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2014) e dos inimigos naturais associados a elas (GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004). Essa técnica pode ser uma alternativa para aumentar a população de abelhas em áreas de cultivo (FREITAS *et al.*, 2003).

Na construção dos ninhos, as fêmeas utilizam diversos materiais, como: areia, resinas, óleo e pedaços de folhas. A preferência por esses materiais varia de acordo com a espécie e eles são manipulados dentro do ninho, formando as células onde os imaturos se desenvolvem. Após construídos, a abelha aprovisiona o interior da célula com uma mistura de pólen e néctar para, em seguida, realizar a postura. Esse processo é repetido de acordo com a quantidade de células que serão construídas (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN,

2002). Embora o provisionamento das células de cria seja feito com pólen e néctar, existem cerca de 330 espécies de abelhas solitárias já conhecidas que, ao provisionarem as células, substituem o néctar da dieta das larvas por óleos florais (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007). Esse composto floral, quando comparado ao néctar, é muito mais energético, e cerca de oito vezes mais calórico (VOGEL, 1974, 1989).

### 1.3 Interação com plantas produtoras de óleos florais

As abelhas coletoras de óleo florais possuem relação estreita com as plantas que secretam esse recurso (RENNER; SCHAFFER, 2010), pois esses insetos necessitam desse material para completarem seu ciclo de vida, uma vez que o óleo compõe a alimentação das larvas e, por outro lado, a polinização dessas plantas é realizada (NEFF; SIMPSON, 1981; BUCHMANN, 1987; PEREIRA *et al.*, 1999; AGUIAR; GARÓFALO, 2004; AGUIAR; GARÓFALO; ALMEIDA, 2006).

A descoberta da secreção de óleos em flores de Angiospermas foi feita no final da década 60 por Vogel (1969). Atualmente, já se conhecem onze famílias botânicas cujas espécies ofertam esse recurso: *Curcubitaceae*, *Calceolariaceae*, *Iridaceae*, *Krameriaceae*, *Malpighiaceae*, *Myrsinaceae*, *Plantaginaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae*, *Stilbaceae* e *Orchidaceae* (RENNER; SCHAFFER, 2010). Dentre elas, a família *Malpighiaceae* destaca-se por dispor de 1.200 espécies distribuídas em 66 gêneros, sendo considerada a mais importante na produção de óleos florais (ANDERSON, 1990; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007).

Os lipídeos florais são secretados em estruturas glandulares denominadas de elaióforos que, de acordo com sua morfologia, são denominados de tricomático e epidérmico (VOGEL, 1974). Os elaióforos tricomáticos são compostos por vários tricomas glandulares, podendo esses serem unicelulares (*Iridaceae* e *Orchidaceae*) ou multicelulares (*Curcubitaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae* e *Orchidaceae*). Os elaióforos epidérmicos são formados por agrupamento de células epidérmicas glandulares recobertas por uma fina cutícula (*Krameriaceae*, *Malpighiaceae* e *Orchidaceae*) (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007).

Na região Neotropical, as abelhas que exploram esses compostos florais pertencem às tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (SCHLINDWEIN, 2004; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; GAGLIANONE *et al.*, 2011). Elas possuem estruturas morfológicas denominadas escopas, que são adaptadas para coleta

dos lipídeos florais. Essas estruturas são formadas por pelos e fileiras de cerdas simples ou ramificadas presentes nas pernas posteriores e/ou médias ou esternos das fêmeas (NEFF; SIMPSON, 1981; COCUCCI; SÉRSIC; ROIG-ALSINA, 2000; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007). Essas estruturas geralmente são encontradas apenas nas fêmeas; entretanto, em algumas espécies das tribos Tetrapediini e Tapinotaspidini, os machos também possuem nas pernas dianteiras estruturas semelhantes às das fêmeas (NEFF; SIMPSON, 1981; ROIG-ALSINA, 1997; ALVES-DOS-SANTOS; NAXARA; PATRICIO, 2006), possibilitando a coleta de óleos florais. Esse comportamento, no entanto, não está associado à construção e aprovisionamento do ninho, mas provavelmente se trata de composto utilizado como atrativo sexual (VOGEL; MACHADO, 1991; CAPPELLARI *et al.*, 2012).

#### 1.4 Breve descrição da Tribo Tetrapediini

A tribo Tetrapediini pertence à família *Apidae*, que ocorre exclusivamente na região Neotropical, sendo composta por dois gêneros: *Coelioxoides* Cresson, 1878 e *Tetrapedia* Klug, 1810 (MOURE, 2012). O gênero *Coelioxoides* é composto por três espécies: *C. punctipennis*, *C. exulans* e *C. waltheriae*, das quais as duas últimas ocorrem no Brasil. Todas as abelhas desse gênero são consideradas cleptoparasitas, tendo a espécie de *Tetrapedia* como hospedeira (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; SILVA; GAROFÁLO, 2006). As fêmeas de *Coelioxoides* invadem o ninho de outras abelhas, quando essas não estão presentes, e ovipositam no interior da célula já aprovisionada; em seguida, elas abandonam o ninho antes que a hospedeira retorne. O ovo da abelha cleptoparasita eclode rapidamente e, geralmente, a larva apresenta uma mandíbula afiada nos primeiros instares, a qual é usada para destruir o ovo ou a larva da hospedeira (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002).

Já o gênero *Tetrapedia* é composto por 28 espécies, das quais 18 ocorrem no Brasil (MOURE, 2012). As abelhas desse gênero possuem hábito de vida solitário, sendo consideradas especialistas na coleta de óleos florais, por apresentarem características morfológicas e comportamentais que possibilitem a obtenção desses recursos. Normalmente, as fêmeas nidificam em cavidades preexistentes em madeira (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007). Isso possibilita a utilização de ninhos-armadilha para realização de diferentes estudos.

A técnica de ninhos-armadilha favorece o conhecimento da biologia de nidificação dessas abelhas e, no Brasil, as espécies mais estudadas quanto a esse aspecto foram: *Tetrapedia diversipes* Klug (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002;

CAMILLO, 2005; CORDEIRO *et al.*, 2011), *Tetrapedia curvitaris* Friese (CAMILLO, 2000; 2005), *Tetrapedia rugulosa* Friese (CAMILLO, 2005) e *Tetrapedia garofaloi* Moure (CAMILLO, 2005). No entanto, a espécie *T. diversipes* é a que apresenta maior distribuição geográfica, com exemplares coletados em diversas regiões do Brasil (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; MOURE, 2012). No estado do Ceará, há registros de *T. diversipes* no maciço de Baturité (DUCKE, 1910; BEZERRA, 2010).

Segundo Alves-Dos-Santos, Naxara e Patricio (2006), a espécie *T. diversipes* possui um ciclo de vida multivoltina, isto é, apresenta várias gerações ao longo do ano, sendo a primeira ativa na primavera e a segunda no verão. No provisionamento do ninho, essas abelhas visitam algumas espécies de plantas para obter pólen, néctar e óleo, sendo que estudos feitos a partir da análise polínica mostraram que as famílias Euphorbiaceae, Malpighiaceae e Onagraceae são as mais importantes para a dieta de *T. diversipes* (ALVES-DOS-SANTOS, 1999; COELHO *et al.*, 2010; MENEZES *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2014). Além de que, indivíduos dessa espécie foram registrados recolhendo recursos florais de *Oncidium paranaensis* Kraenzl. (Orchidaceae) (SINGER; COCUCCI, 1999), *Malpighia emarginata* DC., *Alicia anisopetala* (A. Juss.), *Banisteriopsis adenopoda* (A. Juss.), *Heteropterys intermedia* (A. Juss.) Griseb. (Malpighiaceae) (SIGRIST; SAZIMA, 2004; VILHENA; AUGUSTO, 2007; ROCHA-FILHO; GARÓFALO, 2015), *Pereskia grandifolia* Haw., *Opuntia sp* (Cactaceae), (SINGER; COCUCCI, 1999; ROCHA-FILHO; GARÓFALO, 2015), *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Raven, *L. peruviana* (L.) H. Hara, *L. elegans* (Cambess.) H. Hara, (Onagraceae) (GIMENES, 2002; STEINER *et al.*, 2010), *Richardia brasiliensis* Gomes (Rubiaceae), *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) (STEINER *et al.*, 2010).

Apesar desses registros de grãos de pólen no ninho e de visitação diretamente em flores, estudos mais detalhados sobre a bionomia de *T. diversipes* e as espécies vegetais importantes para sua manutenção, bem como o papel delas com agente polinizador, ainda são preliminares e investigações mais detalhadas são necessárias.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Rev. Brasileira de Zoologia**, v. 21, n.3, p. 477-486, sept. 2004.
- AGUIAR, C. M.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Rev. Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 323-330, june. 2006.
- ALDRIDGE, G.; INOUE, D. W.; FORREST, J. R. K.; BARR, W. A.; MILLER-RUSHING, A. J. Emergence of a mid-season period of low floral resources in a montane meadow ecosystem associated with climate change. **Journal of Ecology**, v. 99, p. 905-913, july. 2011.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, p. 191-223, 1999.
- \_\_\_\_\_. A vida de uma abelha solitária. **Rev. Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 179, p. 60-62, 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MELO, G. A. R.; ROZEN, J.G. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum Novitates**, n. 3377, p. 1-45, 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; NAXARA, S. R. C; PATRICIO, E. F. L. R. A. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), an oil-collecting bee. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 23, n. 3-4, p. 425-430, 2006.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. Historia natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 544-557, 2007.
- ANDERSON, W. R. The origin of the Malpighiaceae – the evidence from morphology. **Mem. New York Bot. Gard.**, v. 64, p. 219-224, 1990.
- BATRA, S. W. T. Solitary Bees. **Scientific American**, v. 250, n. 2, p. 86-93, 1984.
- BAWA K. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422, 1990.
- BEZERRA, A. C. **Análises da estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de caatinga do maciço de Baturité, Ceará, Brasil. 2010.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010, 89 p.
- BUCHMANN, S. L. The ecology of oil flowers and their bees annual. **Ann. Rev. Ecology and Systematics**, v. 18, p. 343-369, 1987.
- BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. **The forgotten pollinators.** Washington: Island Press, 1997. 292p.,il.



CAMILLO, E. Biologia de *Tetrapedia curvitaris* em ninhos armadilha (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **An. Encontro Sobre Abelhas**, Ribeirão Preto, v. 4, p. 103-110, 2000.

\_\_\_\_\_. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Rev. Biologia Tropical**, v. 53, n. 1-2, p. 175-186, jun. 2005.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A.; SERRANO, J. C.; MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Rev. Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 459-470, 1995.

CAPPELLARI, S. C.; MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. J. C.; NEFF, J. L. Floral oil collection by male *Tetrapedia* bees (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Apidologie**, v. 43, p. 39-50, 2012.

CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche**, v. 9, p.1-9, 2012.

COCUCCI, A. A.; SÉRSIC, A.; ROIG-ALSINA, A. Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin (Hymenoptera: Apidae). *Mitt. Munch. Ent. Ges.*, v. 90, p. 51-74, 2000.

COELHO, T. A.; ARAUJO, R. B. S. P.; CORDEIRO, G. D.; SILVA, C. I.; KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Rede de interação das plantas visitadas por *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae: Tetrapediini) revelada por análise polínica do alimento larval.** Anais do IX Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto-SP, 2010.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. V. D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 283-387, may. 1997.

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, n. 2, p. 47-59, 1991.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, 2009. 84 p.

CORDEIRO, G. D.; TANIGUCHI, M.; FLECHTMANN, C. H. W.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Phoretic mites (Acari: Chaetodactylidae) associated with the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae: Tetrapediini). **Apidologie**, v. 42, n. 2, p. 128-139, mar. 2011.

COSTA, C. C. A.; OLIVEIRA, F. L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde (Mossoró-RN-BRASIL)**, v. 8, n. 3, p. 1-10, jul-set, 2013.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L.A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *melpona subnitida* on greenhouse swett pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 1197-1201, 2005.

DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S. AHMAD, F. *et al.* **Honey bee**. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* Bees as pollinators in Brasil assessing the status and suggesting best practices, Ribeirão Preto: Holos, 2006, p 63-73.

DÓREA, M. C.; SANTOS, F. A. R.; LIMA, L. C. L. E.; FIGUEROA, L. E. R. Análise polínica do resíduo pós-emergência de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 197-202, mar-abr. 2009

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 239-246, 2008.

DUCKE, A. Explorações botânicas e entomológicas no estado do Ceará. **Rev. Trimestral do Instituto do Ceará**. v. 24, p. 2-61, 1910.

ELTZ, T.; WHITTEN, W. M.; ROUBIK, D. W.; LINSÉNMAIR, K. E. Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 1, p. 157-176. 1999.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response, 2004. In: FREITAS, B. M.; PORTELA, J. O. B. (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M.; MARTINS, C. F.; SCHLINDWEIN, C. P.; WITTMAN, D.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; CANE, J. H.; RIBEIRO, M. F.; GAGLIANONE, M. C. Bee management for pollination purposes - Bumble Bees and Solitary Bees, 2003. Disponível em: <<http://www.webbee.org.br/bpi/breno.htm>> Acesso em: 26 dez 2015.

GAGLIANONE, M. C.; AGUIAR, A. J. C.; VIVALLO, F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Checklist das abelhas coletoras de óleos do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, supl. 1, p. 657-666, dez. 2011.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C.F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **The Brazilian solitary bee species caught in trap nests**. In: International Workshop on solitary bees and their role in pollination, Beberibe, CE. (2004) Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 77-84.

GIANNINI, T. C. **Impacto das mudanças climáticas sobre as abelhas e estratégias de conservação**. 2015. Disponível em: <[http://www.maxpressnet.com.br/Conteudo/1,803292,Impacto\\_das\\_mudancas\\_climaticas\\_sobre\\_as\\_abelhas\\_e\\_estrategias\\_de\\_conservacao\\_-\\_Por\\_Tereza\\_Cristina\\_Giannini,803292,2.htm](http://www.maxpressnet.com.br/Conteudo/1,803292,Impacto_das_mudancas_climaticas_sobre_as_abelhas_e_estrategias_de_conservacao_-_Por_Tereza_Cristina_Giannini,803292,2.htm)> Acesso em: 5 dez. 2015.

GIMENES, M. Estudo da atividade diária das abelhas visitantes (Hymenoptera, Apoidea) nas flores de *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 24, p. 47-56, 2002.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. 3ed. Wiley-Blackwell, 528p, 2005.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., CANHOS, D. A. L.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e polinização, um tema global. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; SARAIVA, A. M. (Eds.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo, 2011. 488 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; FREITAS, B. M.; CASTRO, M. S.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; VENTURIERI, G. C. Abelhas e desenvolvimento rural no Brasil. In: **Mensagem doce**. 2005. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/abelhas1.htm>> Acesso em: 20 dez 2015.

JESUS, B. M. V.; GARÓFALO, C. A. Nesting behaviour of *Centris* (*Heterocentris*)  *analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v. 31, n. 4, p. 503-515, 2000.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **Bio Science**, v. 47, n. 5, p. 297-397, may. 1997.

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

KNOLL, F. R. N.; BEGO, L. R.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. As abelhas em áreas urbanas. In: PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 1994. 194p.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates**. Washington, DC, Smithsonian Institution Press, 1967. 576p. il. Disponível em: <<https://archive.org/details/trapnestingwasps00krom>> Acesso em: 11 dez 2015.

MENEZES, G. B.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; BASTOS, E. M. A. F.; AUGUSTO, S. C.; GAGLIANONE, M. C. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of regeneration. **Rev. Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 1, p. 86-94, jan/mar. 2012.

MESQUITA, T. M. S. **Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 992p.

MOURE, J. S. 2012. Tetrapediini Michener; Moure, 1957. In Moure, J. S., Urban, D.; Melo, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>> Acesso em: 13 fev 2016

NASCIMENTO, W. M.; GOMES, E. M. L.; BATISTA, E. A.; FREITAS, R. A. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30:, n. 3, p. 494-498, jul/set. 2012.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 54, n. 1, p. 95-123, jan. 1981.

NEVES, C. M. L.; CARVALHO, C. A. L.; MACHADO, C. S.; AGUIAR, C. M. L.; SOUSA, F. S. M. Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae: Tetrapediini) in a tropical agroecosystem. **Grana**, v. 53, n. 4, p. 302-308, 2014.

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

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J. C. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v. 30, n. 4, p. 327-338, 1999.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Oregon: Timber Press, 1996. 479p.,il.

RENNER, S. S.; SCHAEFER, H. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, p. 423-435, 2010.

RIBEIRO, E. K. M. D.; RÊGO, M. M. C.; MACHADO, I. C. S. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 165-171, 2008.

RICHARDS, A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield?. **Annals of Botany**., v. 88, p. 165-172, 2001.

RICKETTS, T.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMIL-HERREN, B.; GREENLEAF, S.S.; KLEIN, A.M.; MAYFIELD, M.M.; MORANDIN, L.A.; OCHIENG, A.; VIANA, B.F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 499-515, 2008.

ROCHA-FILHO, L. C.; GARÓFALO, C. A. Natural history of *Tetrapedia diversipes* (Hymenoptera: Apidae) in an atlantic semi deciduous forest remnant surrounded by coffee

crops, *Coffea arabica* (Rubiaceae). **Ann. Entomological Society of America** v. 1, p. 153-167, 2015.

ROIG-ALSINA, A. A generic study of the bees of the tribe Tapinotaspidini, with notes on the evolution of their oil-collecting structures (Hymenoptera: Apidae). **Mitteilungen Muenchener Entomologischen Gesellschaft**, v. 87, p.; 3-21, 1997.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press: New York, 1992. 514p.,il. (Cambridge Tropical Biology Series).

SCHLINDWEIN, C. Are oligolectic bees always the most effective pollinators? 2004. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.). *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza: ImprensaUniversitária, 2004.

SHIPP, J. L.; WHITEFIELD, G. H.; PAPADOPOULOS, A. P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulture.**, v. 57, p. 29-39, mar. 1994.

SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany**, v. 94, p. 33-41, 2004.

SILVA, C. I. **Conhecendo as abelhas: você sabia que a nossa sobrevivência no planeta depende das abelhas?** 1ed. Fundação Brasil Cidadão, 2015.

SILVA, D. P.; MOISAN-DE-SERRES, J.; SOUZA, D. R.; HILGERT-MOREIRA, S. B.; FERNANDES, M. Z.; KEVAN, P. G.; FREITAS, B. M. Efficiency in pollen foraging by honey bees: time, motion, and pollen depletion on flowers of *Sisyrinchium palmifolium* Linnaeus (Asparagales: Iridaceae). **Journal of Pollination Ecology**, v. 11, n. 4, p. 27-32, set. 2013.

SILVA, F. O.; VIANA, B. F. ; PIGOZZO, C. M. Floração, produção de néctar e abelhas visitantes de *Eriope blanchetii* (Lamiaceae) em dunas costeiras, Nordeste do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia, Porto Alegre**, v. 97, n. 1, p. 87-95, mar. 2007.

SILVA, J. F.; GARÓFALO, C. A. **Comportamento de ataques de *Celioxoides waltheriae* a ninhos de *Tetrapedia diversipes* (hymenoptera, apidae)**. VII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, 2006.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1ª ed. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira. 2002. 253p., il.

SINGER, R. B.; COCUCCHI, A. A. Pollination mechanisms in four sympatric southern Brazilian Epidendroideae orchids. **Lindleyana**, v. 14, n. 1, p. 47-56, 1999.

STEINER, J., ZILLIKENS, A., KAMKE, R., FEJA, E.P. & FALKENBERG, D.B. Bees and melittophilous plants of secondary Atlantic Forest Habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. **Oecologia Australis**, 14: 16-39, 2010.

TEIXEIRA, F. M. **Aculeata (Insecta, Hymenoptera) em ninhos-armadilha em diferentes tipos fitofisionômicos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TYLIANAKIS, J. M. The global plight of pollinators. **Science**, v. 339, p. 1532–1533, mar. 2013.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, Suppl.1, p.14-23 , Nov. 2007.

VOGEL, S. **Fettes Öl als Lockmittel. Erforschung der Ölbietenden Blumen und ihrer Bestäuber**. p. 113-130. 1989. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz - 1949-1989. Franz Steiner Verlag. 611 p. In: ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.;

VOGEL, S. **Flowers offering fatty oil instead of nectar**. Abstracts XI International Botanical Congress Seattle, 1969. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (ORGs.). *Biologia da polinização*. 1ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 527p.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt**, v. 7, p. 285-547, 1974. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (ORGs.). *Biologia da polinização*. 1ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 527p.

VOGEL, S.; MACHADO, I. C. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (*Scrophulariaceae*) by oil-collecting bees in NE. Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 178, p. 153-178, set. 1991.

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, apr. 2012.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. **Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 75- 134.

## **CAPÍTULO II**

### **NICHO TRÓFICO E ASPECTOS BIONÔMICOS DA ABELHA SOLITÁRIA**

*Tetrapedia diversipes* KLUG

**(HYMENOPTERA, APIDAE, TETRAPEDIINI)**

## RESUMO

O gênero *Tetrapedia* compreende as abelhas solitárias amplamente distribuídas em regiões tropicais das Américas e representadas por 18 espécies no Brasil. As fêmeas geralmente nidificam em cavidades preexistentes, o que possibilita o uso de ninhos artificiais. O presente estudo teve como objetivo estudar a bionomia de *Tetrapedia diversipes* e identificar, por meio da análise do material polínico residual, as espécies de plantas usadas na dieta de seus imaturos, objetivando a conservação ou criação dessas abelhas. A nidificação de *Tetrapedia diversipes* foi estudada por meio do uso de ninhos-armadilha durante o período entre dezembro de 2014 e setembro de 2015, no Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará. Dados dos 135 ninhos obtidos mostraram que as fêmeas construíram 593 células de cria, das quais emergiram 448 indivíduos adultos e duas espécies parasitas. A proporção de fêmeas ( $n = 297$ ) foi maior do que a de machos ( $n = 151$ ) resultando numa razão sexual de 1:1,97. A mortalidade total nos ninhos foi de 24,45%, sendo que a maioria das mortes registradas ocorreu no estágio de pupa (8,09%). A análise realizada nas fezes residuais de 50 ninhos-armadilha revelou que, no geral, as fêmeas de *Tetrapedia diversipes* aprovizionaram as células de cria com recursos de 29 espécies de plantas distribuídas entre 17 famílias. Entretanto, *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*) teve maior representatividade (59,57%) na dieta dos imaturos. Já a análise individual dos resíduos contidos nas células de machos ( $n = 31$ ) e de fêmeas ( $n = 66$ ) revelou que a dieta das fêmeas foi composta por pólen de 22 espécies de planta, enquanto que a dos machos foi composta por 27 espécies. Contudo, quando comparada a amplitude do nicho trófico entre os dois sexos: os machos apresentaram uma dieta menos diversa em relação às fêmeas ( $H'F = 1.32$ ;  $H'M = 1.08$ ;  $t = 16.371$ ;  $p < 0.0001$ ). Os tipos polínicos de *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*) e de *Talinum triangulare* (*Portulacaceae*) foram mais frequentes tanto na dieta das fêmeas, quanto na dos machos. Outra espécie de planta importante foi *Ludwigia* sp. (*Onagraceae*), porém ela teve maior proporção na alimentação das fêmeas. Considera-se que a *Tetrapedia diversipes* é uma espécie polilética, pois apresentou uma dieta rica em diferentes tipos polínicos, destacando as espécies *Dalechampia* sp., *Talinum triangulare* e *Ludwigia* sp. como fontes importantes na manutenção da dieta dessas abelhas.

**Palavras-chave:** Tetrapedia. Ninhos-armadilha. Dieta.



## ABSTRACT

The *Tetrapedia* genus comprises the solitary bees widely distributed in tropical regions of the Americas and represented by 18 species in Brazil. Females generally nest in pre-existing cavities which allows the use of artificial nests. This study aimed to study the bionomics of *Tetrapedia diversipes* and identify, through analysis of residual pollen material, the plant species used in the diet of their immature, aiming at the preservation or creation of these bees. The nesting *Tetrapedia diversipes* was studied through the use of trap nests during the period between December 2014 and September 2015, the Bees Sector of the Federal University of Ceará. Data from 135 nests showed that females built 593 brood cells, which emerged 448 adults and two parasitic species. The proportion of females (n = 297) was greater than that of males (n = 151) resulting in a sex ratio of 1: 1.97. Total mortality in the nests was 24.45%, with most deaths reported occurred in the pupa stage (8.09%). The analysis in residual stool 50 trap nests revealed that, in general, female *Tetrapedia diversipes* provision the brood cells with features of 29 plant species distributed among 17 families. However, *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) had the largest representation (59.57%) in the diet of immature. Since individual analysis of the residues contained in the male cells (n = 31) and female (n = 66) revealed that the diet of the females was composed of pollen from 22 plant species, while that of males was composed of 27 species. However when compared to the amplitude of the trophic niche between the two sexes: males showed a less diverse diet compared to females (H'F = 1:32; H'M = 8.1; t = 16,371; p <0.0001). The pollen types of *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) and *Talinum triangulare* (Portulacaceae) were more common both in the diet of females as in males. Another kind of important plant was *Ludwigia* sp. (Onagraceae), however, it had the highest proportion in the feeding females. It is considered that the *Tetrapedia diversipes* is a polilética species, because it showed a diet rich in different pollen types, highlighting the species *Dalechampia* sp., *Talinum triangulare* and *Ludwigia* sp. as important sources of dietary maintenance of these bees.

**Keywords:** Tetrapedia. Trap nests. Diet.

## 1. INTRODUÇÃO

As abelhas solitárias representam 85% do total de espécies de abelhas (BATRA, 1984; MICHENER, 2007). No hábito de vida solitário, as fêmeas exibem completa independência, tanto na construção quanto no aprovisionamento de seus ninhos, ou seja, não existe colaboração ou divisão de trabalhos entre fêmeas, ou entre mães e filhas (MICHENER, 2007). Essas abelhas não produzem mel, geleia real, própolis ou cera; contudo, desempenham um papel ecológico importantíssimo na manutenção de muitas espécies vegetais, pois, para algumas espécies de plantas, esses insetos são considerados muito eficientes na polinização (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2001; ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002). Dentre essas abelhas, estão aquelas pertencentes à tribo Tetrapediini, que são restritas às regiões tropicais das Américas e estão distribuídas entre dois gêneros: *Tetrapedia* e *Colioxoides* (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002).

No Brasil, o gênero *Tetrapedia* está representado por 18 espécies (MOURE, 1999; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002) cuja biologia tem sido estudada através da disponibilização de ninhos artificiais (Ninhos-Armadilha - NA) nas áreas de estudo, uma vez que elas apresentam o hábito de nidificar em cavidades preexistentes. Essa metodologia permite obter as informações sobre a bionomia das abelhas, os materiais usados na construção dos ninhos, a arquitetura dos ninhos, a razão sexual, os inimigos naturais e os recursos polínicos utilizado na alimentação dos imaturos (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; CAMILLO, 2005; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; NEVES *et al.*, 2014). Estudos realizados com base na análise polínica do material aprovisionado nas células de cria de algumas espécies de *Tetrapedia* indicam que elas são generalistas (NETO; OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2007; COELHO *et al.*, 2010), pois utilizam recursos de diversas espécies de plantas.

Embora a biologia de algumas espécies desse gênero seja bem conhecida (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN, 2002; CAMILLO, 2005), as informações sobre a interação entre as abelhas desse gênero e as fontes alimentares ainda são pouco descritas na literatura.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar a bionomia da espécie de *Tetrapedia diversipes*, que nidifica em ninhos-armadilha, e identificar, por meio da análise do material polínico residual, as espécies de plantas usadas na dieta de seus imaturos, visando à conservação e à criação dessas abelhas para uso nos serviços de polinização. Dessa forma, pretendeu-se ampliar o conhecimento sobre os requerimentos ambientais dessas abelhas, e

obter informações que poderão dar subsídios para o desenvolvimento de técnicas de manejo, para a manutenção dessas populações nativas inseridas em grandes centros urbanos, como Fortaleza-CE.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O presente estudo foi conduzido no Setor de Abelhas, localizado no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (3°44'33.70" S e 38°34'45.46" O). O clima da região é tropical quente sub-úmido, sendo de janeiro a maio o seu período chuvoso. A média anual de pluviosidade é de 1.338mm e a temperatura média varia entre 26°C e 28°C. Os dados meteorológicos no período de estudo foram fornecidos pela Estação Climatológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. A vegetação caracteriza-se como Mata de Tabuleiro, inserida no Complexo Vegetacional da Zona Litorânea (IPECE, 2015). O local de estudo é circundado por áreas urbanas, havendo um pequeno fragmento desse tipo de mata, bastante antropizado, onde é possível registrar a presença de espécies de plantas nativas e exóticas.

### 2.2 Ninhos-armadilha (NAs)

Os ninhos de *Tetrapedia diversipes* foram obtidos através de dois tipos de ninhos-armadilha, sendo o primeiro tipo confeccionado com cartolina preta em forma de tubos com 5 mm de diâmetro e distribuídos entre nove blocos de madeira, que estavam instalados a 90 cm do solo, protegidos da chuva e do sol. No total, os blocos continham 548 cavidades pré-existentes e os ninhos-armadilha foram acompanhados durante o período que abrangeu os meses de dezembro de 2014 a setembro de 2015.

O segundo tipo de ninho-armadilha foi utilizado somente no período de junho a outubro de 2015, para verificar o tempo de construção das células de cria. Esses NAs foram instalados em um dos blocos utilizados no estudo; para isso, 36 NAs de cartolina foram substituídos por canudos de plástico transparente, com 4,5 mm de diâmetro. Antes de serem inseridos no bloco, os canudos de plástico foram cortados longitudinalmente e selados com fita adesiva transparente, para facilitar a posterior coleta de fezes das células. Os dois tipos de NAs utilizados durante o estudo possuíam 12 cm de comprimento e tiveram uma de suas extremidades fechada com cera de meliponíneos.

Os ninhos-armadilha foram inspecionados diariamente e, quando concluídos, foram removidos, etiquetados e acondicionados individualmente em tubos plásticos, fechados com rolha de cortiça. Em seguida, esses ninhos foram encaminhados para o Laboratório do

Setor de Abelhas e mantidos dentro de um B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a 27 °C até a emergência dos adultos, isso levando em consideração somente os NAs confeccionados com cartolina. Os NAs de canudo plástico permaneceram no B.O.D. até as larvas defecarem, e nessa fase os imaturos foram retirados e completaram seu desenvolvimento dentro de cápsulas.

Um macho e uma fêmea de cada ninho foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila e posteriormente encaminhados à especialista para a identificação da espécie; os demais indivíduos foram soltos na natureza. Todos os ninhos-armadilha concluídos e retirados dos blocos foram substituídos por novos, de acordo com o tipo de NA utilizado, no intuito de que não houvesse variação no número de cavidades disponibilizadas.

### **2.3 Quantidade de ninhos construídos cada fêmea de *Tetrapedia diversipes***

A quantidade de ninhos fundados por cada fêmea de *Tetrapedia diversipes* durante o seu período de atividade foi contabilizada através da marcação de oitenta abelhas. A marcação foi realizada logo após as abelhas emergirem dos NAs, sendo as mesmas a seguir colocadas em tubos do tipo Falcon e encaminhadas para o freezer, para serem anestesiadas por resfriamento. As abelhas permaneceram dentro do freezer até cessarem seus movimentos, período que levou aproximadamente 2 minutos.

As abelhas, depois de anestesiadas, foram identificadas com etiquetas numeradas e confeccionadas em papel sulfite. Essa etiqueta foi colada no tórax de cada abelha (Figura 1a, b) com cola da marca “Super Bonder – LOCTITE®”. Em seguida, as abelhas foram liberadas no local onde estavam disponibilizados os NAs (Figura 1c) e onde permaneceram caminhando sobre o bloco de madeira, por cerca de 3 minutos quando, então, realizavam o primeiro voo.

Posteriormente, foi observado se essas abelhas retornavam para nidificar nos ninhos-armadilha e quantos ninhos eram construídos por elas. Essas observações ocorreram diariamente pela manhã e à tarde por duas horas a cada período de monitoramento.

Figura 1- a e b) - Marcação da fêmea de *Tetrapedia diversipes* com etiqueta. c) - Liberação da abelha no local dos ninhos-armadilha, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC em Fortaleza – CE.



Fonte: CAVALCANTE, A. M. 2016.

#### 2.4 Arquitetura do ninho e análise dos recursos polínicos utilizados no provisionamento das células de *Tetrapedia diversipes*

Após a emergência dos indivíduos adultos, os NAs foram abertos para a determinação do comprimento das células, da quantidade de células construídas, da presença de indivíduos mortos e das células vazias. O mesmo foi feito com os NAs onde não houve emergência de nenhum indivíduo, após quatro meses de sua conclusão. Para identificar os recursos florais utilizados pelas fêmeas de *T. diversipes*, foram coletadas as fezes residuais presentes no interior dos NAs (n = 50).

O material coletado dos ninhos foi mantido em tubos do tipo Falcon com 2 ml de álcool 70%, e em seguida esse material foi submetido ao processo de acetólise proposto por Erdtman (1960), seguindo o protocolo estabelecido por Silva *et al.* (2014). Logo após o processo de acetólise, o pólen foi colocado em glicerina 50% por um tempo mínimo de 24h. Duplicatas de lâminas foram preparadas para cada uma das amostras, contendo o material polínico em gelatina glicerinada de Kisser. As lâminas foram vedadas com esmalte incolor e etiquetadas individualmente com informações sobre o ninho e de onde o material foi retirado.

A análise qualitativa, para identificar as espécies de plantas às quais pertencem os grãos de pólen presentes nas fezes, foi feita por meio de comparação com os grãos de pólen depositados na Palinoteca do Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará e de literatura especializada (MIRANDA; ANDRADE, 1990; SILVA *et al.*, 2010; BAUERMANN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014).

A análise quantitativa foi realizada através da contagem dos primeiros 400 grãos de pólen presentes em cada amostra analisada, separando-as por tipo polínico. Em seguida, foram determinadas as porcentagens de cada tipo polínico, de acordo com a classificação proposta por Barth (1970) e Louveaux, Maurizio; Vorwohl (1970), utilizando-se as seguintes

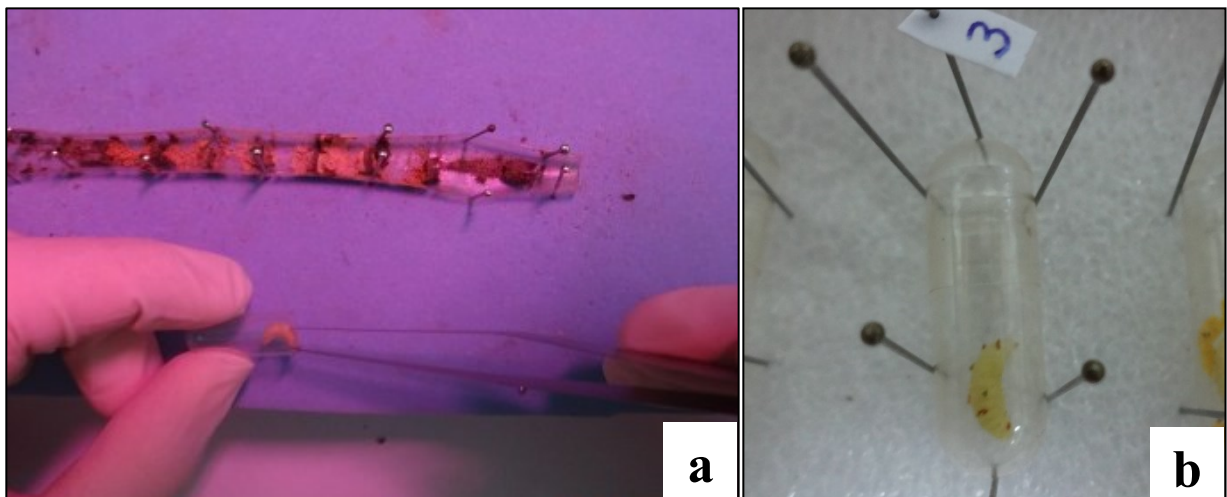
categorias: pólen dominante (>45% do total de grãos de pólen presentes na lâmina), pólen acessório (de 15 a 45%), pólen isolado importante (3 a 15%) e pólen isolado ocasional (<3%).

## 2.5 Tempo de desenvolvimento dos imaturos e análise da dieta de machos e fêmeas

Os ninhos fundados em NAs de canudo de plástico (n= 24) foram abertos para possibilitar a observação do tempo de desenvolvimento dos imaturos de *T. diversipes*. Nessa ocasião, procurou-se identificar se a fêmea fez alguma diferenciação na coleta dos recursos polínicos utilizados no provisionamento das células de machos e fêmeas. A abertura dos ninhos ocorreu após terem transcorrido 17 dias de sua conclusão, período no qual as larvas presentes nas primeiras células construídas já estavam defecando.

O conteúdo das células (larva e fezes) foi retirado e acondicionado individualmente em recipientes distintos. As larvas foram colocadas cuidadosamente, com o auxílio de pinça, em cápsulas biodegradáveis medindo 24,6mm de comprimento e 7,7 mm de largura (Figura 2) obedecendo à ordem disposta nos ninhos e depositadas no B.O.D. para completar o seu desenvolvimento, seguindo o método proposto por Silva *et al.* in prep. A observação dessas cápsulas foi feita diariamente, onde foram registrados: o tempo que a larva levou para se transformar em pupa e o tempo total para a emergência dos adultos.

Figura 2- a) - Transferência do imaturo para a cápsula. b) - Larva na cápsula identificada de acordo com a posição dentro do ninho. Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC em Fortaleza- CE.



Fonte: CAVALCANTE, A. M. 2016.

No momento da transferência dos imaturos para as cápsulas, as amostras das fezes do interior das células foram coletadas para a análise copropalinológica. Os resíduos coletados foram depositados em tubos do tipo Falcon contendo 2 ml de álcool 70% e identificados

quanto ao ninho e à posição da célula de onde foram retirados. Em seguida, os tubos foram separados de acordo com o sexo da abelha, quando essas apresentaram o dimorfismo sexual. Posteriormente, esse material foi submetido ao processo de acetólise e as análises quantitativa e qualitativa foram realizadas como descrito no tópico anterior.

## 2.6 Análise de dados

Os dados de nidificação e de análise polínica foram avaliados usando-se estatística descritiva, através de tabelas e gráficos gerados no software Microsoft Excel 2010. A razão sexual foi obtida pelo número de fêmeas em relação ao número de machos. Para analisar a relação entre a taxa de nidificação (%) e as variáveis ambientais (temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa do ar), foi utilizado o Teste de Correlação de Pearson. A precipitação foi logo transformada para alcançar a normalidade.

### 2.6.1 Caracterização do nicho trófico de *Tetrapedia diversipes*

Para caracterização do hábito alimentar de *T. diversipes*, foi calculada mensalmente a amplitude de seu nicho trófico pelo Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ). Esse índice pondera da riqueza à abundância dos tipos polínicos e o quanto cada um foi utilizado. Os cálculos foram obtidos pela seguinte fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

Onde:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  é o número de indivíduos da espécie  $i$ .

$N$  é o número total de espécies amostradas.

O Índice de Equitabilidade de Pielou foi utilizado para investigar se os tipos polínicos das diferentes espécies vegetais foram utilizados de forma uniforme ao longo dos meses. Para os cálculos, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$J' = H / H_{\text{máx}}$$

Onde:



H': amplitude do nicho calculada pelo o Índice de Shannon.

H<sub>máx</sub>: logaritmo natural (ln) do número total de tipos polínicos utilizados na dieta da espécie de abelha (S). Esse índice varia de 0 a 1, correspondendo a visitas irregulares a espécies de plantas até uma uniformidade na visitação dos recursos alimentares disponíveis.

Investigaram-se as espécies vegetais mais dominantes (abundantes) nas amostras de pólen através do Índice de Dominância de Berger-Parker (D), dado pela fórmula:

$$D = \frac{N_{max}}{N}$$

Onde:

N<sub>máx</sub>: é o número de indivíduo da espécie mais abundante,

N: é o número total de indivíduos na amostra.

### 2.6.2 Caracterização da dieta de machos e fêmeas

Também se utilizou o Índice de Diversidade de Shannon (H') para caracterizar a amplitude da dieta das crias de *Tetrapedia diversipes*, de acordo com cada sexo. Posteriormente, investigou-se a sobreposição da dieta entre os dois sexos pelo uso do Índice de Morisita – Horn (CH), através da fórmula:

$$CH = 2 \sum n_i p_{ij} p_{ik} / \sum n_i p_{ij}^2 + \sum n_i p_{ik}^2$$

Onde:

C<sub>H</sub>= índice Morisita-Horn de sobreposição de nicho.

p<sub>ij</sub>= proporção do recurso i sobre o total de recursos utilizados pela espécie j.

p<sub>ik</sub>= proporção do recurso i sobre o total de recursos utilizados pela espécie k.

n= número total de recursos utilizados. Esse índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 maior será a sobreposição.

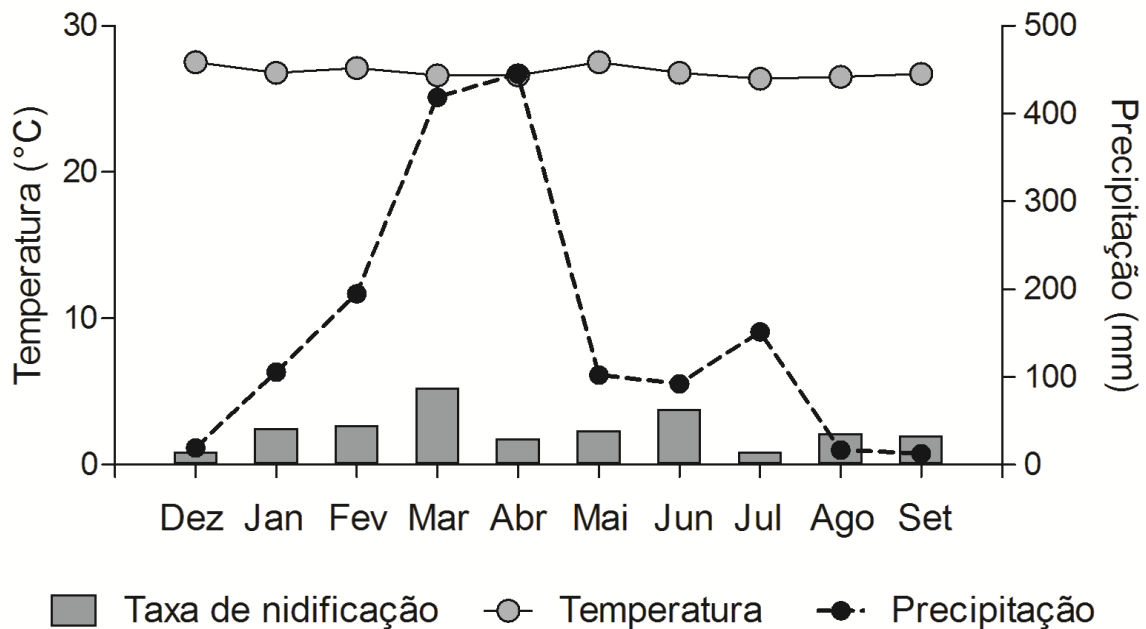
Por fim, comparou-se a distribuição de frequência dos itens alimentares entre os dois gêneros pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (ZAR, 1999).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Taxa de nidificação, sazonalidade e arquitetura dos ninhos

No decorrer do período experimental, foram fundados um total de 135 ninhos de *T. diversipes*, representando 25% do total de ninhos-armadilha disponibilizados (n= 548). As fêmeas ocuparam os NAs ao longo do período estudado, mas o maior percentual de nidificações ocorreu durante o período chuvoso até o início do período de transição chuvoso-seco, entre março e junho de 2015 (Figura 3). Apesar de ter ocorrido uma elevada taxa de nidificação nos meses de março (5,29%) e junho (3,83%), não houve diferença significativa entre a taxa de nidificação mensal (%) e as variáveis climáticas avaliadas por: temperatura (°C)  $r = -0,1635$ ;  $p = 0,6517$ ; umidade relativa do ar (%)  $r = 0,4954$ ;  $p = 0,1454$  e precipitação pluviométrica (mm)  $r = 0,4285$ ;  $p = 0,2166$  (Figura 3).

Figura 3 - Taxa de nidificação de *Tetrapedia diversipes* e variáveis ambientais precipitação pluviométrica mensal (mm) e temperatura média (°C) no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC entre dezembro e setembro de 2015, em Fortaleza-CE.



O comportamento e o tempo de construção das células de cria no interior dos ninhos foi avaliado a partir da observação de 24 NAs, dos 135 fundados. As fêmeas de *T. diversipes*, após selecionarem uma cavidade, iniciaram a construção da primeira partição, utilizando os grãos de areia, recolhidos próximo ao local de nidificação e, em seguida,

aprovisionaram o interior das células com uma mistura de pólen e óleo. Depois de acondicionarem todo o alimento larval, as fêmeas realizaram a postura e encerraram a célula com uma fina parede de areia. Esse processo se repetiu em todas as células subsequentes.

O tempo dispensado na construção da primeira célula foi de três dias em todos os NAs observados e nas células seguintes levaram entre dois e quatro dias para serem finalizadas. O tempo total de construção do NAs variou, de acordo com a quantidade de células, de três a quinze dias.

Com relação à quantidade de ninhos estabelecidos por cada fêmea de *T. diversipes*, foram acompanhadas as atividades de nidificação das abelhas marcadas após a emergência. Das 80 fêmeas que receberam etiquetas numeradas, apenas 6,25% (n = 5) nidificaram nos NAs disponíveis. Cada abelha monitorada construiu, ao longo de sua vida reprodutiva, de 2 a 3 ninhos, que resultaram em, no mínimo, 11 células, e no máximo 16 células de cria por fêmea.

No que se refere à estrutura de todos os ninhos obtidos durante o estudo, o número de células variou de um a oito, totalizando 593 células. Os comprimentos dessas células variaram de 4,96 a 11,39 mm ( $7,66 \pm 1,12$ ) e a presença de célula vestibular, que é o espaço entre a última célula construída e a abertura da entrada do ninho, foi observada em 48,15% dos ninhos (n= 65) e o seu comprimento variou de 6,26 a 51,00 mm ( $31,71 \pm 12,80$ ).

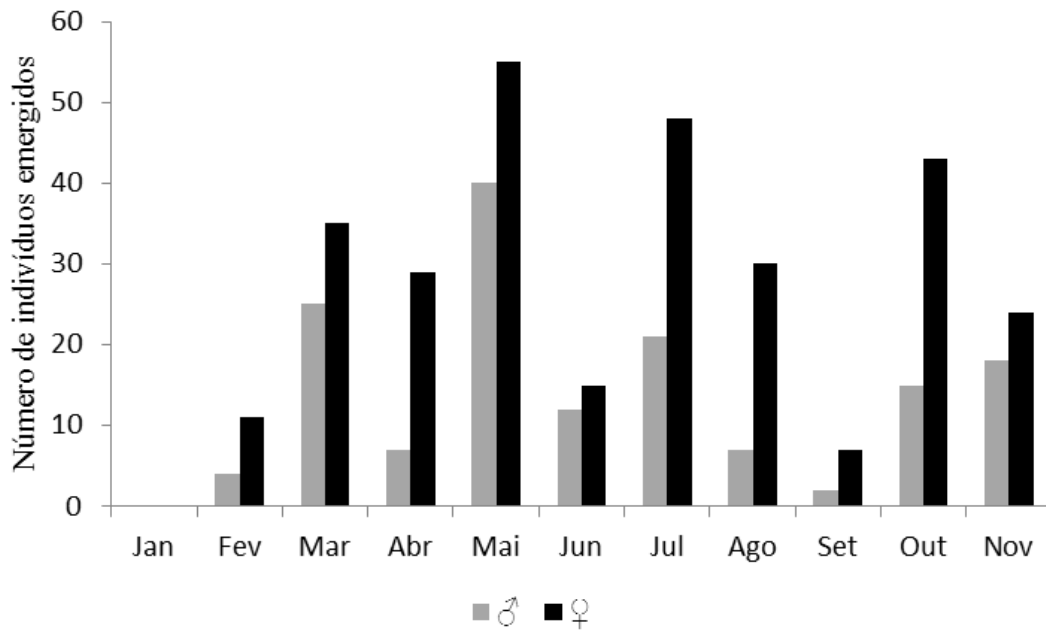
### **3.2 Período de desenvolvimento, emergência e razão sexual**

O tempo de desenvolvimento dos imaturos de *T. diversipes* foi verificado a partir das larvas (n= 113) que foram retiradas dos NAs provenientes de canudos plásticos (n= 24) e acondicionadas dentro de cápsulas. Os imaturos, quando transferidos para as cápsulas, estavam no último estágio larval e levaram de 20 a 32 dias para se transformarem em pupa. Após essa mudança de estágio, as pupas ainda permaneceram nessa fase por um período de 15 a 20 dias, quando se transformaram em adultos pré-emergentes, faltando completar apenas o dimorfismo sexual. A duração do desenvolvimento completo das fêmeas oscilou entre 40 e 66 dias ( $x= 49 \pm 5,6$ ; n= 66), enquanto que nos machos essa variação foi entre 40 e 58 dias ( $x= 47 \pm 4,9$ ; n= 31).

Das 593 células de cria construídas nos ninhos analisados, emergiram 448 adultos de *T. diversipes*, dos quais 297 eram fêmeas (66,3%) e 151 eram machos (33,7%), resultando numa razão sexual de 1: 1,97. A proporção de emergência de fêmeas foi maior do que a de machos em todo o período estudado, exceto para o mês de janeiro, quando não houve

emergência de nenhum indivíduo. O mês de maio apresentou o maior número de emergência para os dois gêneros, representando 21,2% das emergências registradas (Figura 4).

Figura 4 - Emergência de fêmeas e machos de *Tetrapedia diversipes* no período de janeiro a novembro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE.



### 3.3 Mortalidade e inimigos naturais associados

A mortalidade registrada nos ninhos de *T. diversipes* representou 24,45% (n= 145 células) do total de células construídas (n = 593). Das 145 células em que foi verificada a mortalidade, houve falha no desenvolvimento dos imaturos em 67,6% delas (n= 98 células), sendo que esse processo foi maior no estágio de pupa, onde atingiu 33,1% (n= 48 células), seguido do período larval, com 14,5% (n= 21 células); porém, na fase de adultos pré-emergentes a mortalidade chegou a 20% (n= 29 células). A mortalidade ocasionada por ataque de formigas foi de 13,8% (n= 20 células) e de 17,2% (n= 25 células) devido ao ataque de fungos. Os parasitas registrados para *T. diversipes* foram a espécie de abelha *Coelioxys* sp. (*Hymenoptera: Megachilidae*) e uma espécie de Diptera da família *Bombyliidae*, porém a mortalidade ocasionada por eles foi baixa, de 1,4% (n= 2 células).

### 3.4 Nicho trófico de *Tetrapedia diversipes*

A análise das amostras dos resíduos dos ninhos-armadilha (n= 50) de *T. diversipes*, revelou que a dieta dos imaturos foi composta por pólen de 29 espécies de plantas, pertencentes a 16 famílias botânicas apresentadas na Tabela 1. Apenas cinco tipos polínicos não foram identificados, representando 2,38% do total das amostras analisadas.

O tipo polínico mais frequente no decorrer do estudo foi *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae), compondo 59,57% de todo pólen analisado. Sua participação percentual mensal variou de 15,95% a 84,15% das dietas dos imaturos. Considerando o número de espécies utilizadas na dieta, no mês de março, apenas 07 espécies compuseram a dieta dos imaturos, e *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) obteve um percentual de 84,15%, seguido por *Talinum triangulare* (Portulacaceae) (12,85%), *Turnera subulata* (Turneraceae) (2,65%) e os outros 0,35% foram compostos pelas outras 04 espécies com percentuais inferiores a 0,20% (Tabela 1).

O mês de maio foi considerado o mais diverso, contendo o maior número de espécies exploradas (n= 26), sendo os tipos polínicos mais frequentes o de *Talinum triangulare* (Portulacaceae) (20,70%), de *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) (18,%), de *Ludwigia* sp (Onagraceae) (13,50%), e de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) (10,80%); os outros 37% foram compostos pelas 22 espécies botânicas com percentuais inferiores a 10% (Tabela 1).

Durante o mês de dezembro, os tipos polínicos mais frequentes foram *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae) (35,80%), sendo considerada como fonte de óleo floral, e *Turnera subulata* (Turneraceae) (33,50%), como fornecedora de néctar e pólen (Tabela 1).

Os valores Índice de Diversidade (H'), Índice de Equitatividade (J') e Índice de Dominância (D) foram apresentados na Tabela 1. Nos meses de março e setembro, *Dalechampia* sp. representou mais de 80% da dieta de *T. diversipes*; esses valores influenciaram diretamente nos valores dos índices de Berger-Paker que obtiveram os dois maiores valores respectivamente D= 0,842 e D=0,840 .

Com aumento da dominância de *Dalechampia* sp. na dieta dos imaturos, em relação às outras espécies, propiciou valores mais baixos para Diversidade de Shannon (H'=0,529 e H'=0,721), pois a fêmea concentrou o forrageio em poucas espécies botânicas, a fim de conseguir a provisão para suas crias.

Observamos que, à medida que a participação percentual de pólen de *Dalechampia* sp. diminuía na dieta, houve um aumento no número de espécies utilizadas em percentuais mais equilibrados, o que ficou evidenciado nos meses de dezembro, maio e julho, nos quais a participação do pólen de *Dalechampia* sp. foi respectivamente 15,95%, 28,42% e 18,00%. Nesses meses, as diversidades ( $H'$ ) foram as mais altas ( $H'_{\text{dezembro}} = 1,474$ ;  $H'_{\text{maio}} = 1,663$  e  $H'_{\text{julho}} = 2,24$ ), respectivamente.

### **3.5 Recursos polínicos provisionados em células de machos e fêmeas de *Tetrapedia diversipes***

A análise residual das células de crias de fêmeas ( $n = 66$ ) e de machos ( $n = 31$ ) revelou que a dieta das fêmeas foi composta por pólen de 22 espécies de plantas, enquanto que a dos machos foi composta por 27 (Tabela 2). Individualmente, as células de fêmeas continham de 2 a 12 tipos polínicos ( $x = 6,2 \pm 2,1$ ), e as do machos 3 a 12 tipos polínicos ( $x = 6,6 \pm 2,6$ ). Quando comparada a amplitude do nicho trófico entre os dois gêneros, os machos apresentaram uma dieta menos diversa em relação às fêmeas ( $H'_F = 1.32$ ;  $H'_M = 1.08$ ;  $t = 16.371$ ;  $p < 0.0001$ ).

Houve uma forte sobreposição na utilização de plantas como fonte de pólen, de 98,9% ( $CH = 0.989$ ) entre os dois sexos; porém, não houve diferença estatística na distribuição de frequência dos itens alimentares de machos e fêmeas ( $D = 0,214$ ;  $p = 0,341$ ).

Dos tipos polínicos identificados, apenas sete não foram utilizados pelos dois sexos. Os tipos polínicos de *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*) e *Talinum triangulare* (*Portulacaceae*) foram os mais frequentes, tanto na dieta das fêmeas quanto na dos machos. Outra espécie de planta importante foi *Ludwigia* sp. (*Onagraceae*); contudo, ela teve maior proporção na alimentação das fêmeas (Tabela 2).

Tabela 1- Participação percentual dos tipos polínicos identificados nas amostras residuais dos ninhos de *Tetrapedia diversipes* no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE. Número de espécies (S), Índice de Diversidade (H'), Índice de Equitatividade (J') e Índice de Dominância (D).

(continua)												
Família	Tipos polínicos	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	%
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>					0,05	0,10		0,46	0,11	0,03	0,08
Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp.	0,20			0,10		8,25		0,04			0,73
	<i>Mikania cordifolia</i>								2,92	0,04		0,30
	<i>Tithonia diversifolia</i>	0,50					10,80	1,71	0,38	0,11	0,05	1,19
	<i>Elephantopus</i> sp.		0,15	0,05			1,55					0,25
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>		0,05			0,10						0,01
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.						0,20					0,02
	<i>Croton</i> sp2	0,10					0,25					0,03
	<i>Dalechampia</i> sp.	15,95	<b>68,35</b>	<b>75,05</b>	<b>84,15</b>	<b>63,95</b>	18,00	<b>62,13</b>	28,42	<b>72,00</b>	<b>84,03</b>	<b>59,57</b>
Indeterminado	<i>Indet.</i> sp1	0,15		4,30		1,35	6,75	1,67	1,46	0,54	4,45	2,20
	<i>Indet.</i> sp2						0,20		0,04			0,02
	<i>Indet.</i> sp3					0,95	0,50					0,12
	<i>Indet.</i> sp4						0,15					0,01
	<i>Indet.</i> sp6								0,33			0,03
Leg. Caesalpinioidae	<i>Bauhinia</i> sp.	0,25	0,10				0,20	5,08	24,79	2,93	1,28	3,65
Leg. Mimosoidae	<i>Leucaena leucocephala</i>						0,10	0,67				0,08
Leg. Papilionoidae	<i>Libidibia ferrea</i>						0,10					0,01
Loranthaceae	<i>Struthanthus syringifolius</i>	0,05			0,15	0,10	0,20				0,05	0,05
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>			1,00		0,10	0,05			0,04	3,95	0,77
	<i>Malpighia emarginata</i>	35,80	0,10	0,2	0,05	5,05	0,60	0,38	0,75	0,07		3,67
Malvaceae	<i>Malvaceae</i> sp.						0,05					0,00
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>						0,15				0,03	0,02
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia difusa</i>	0,30	3,25		0,05	0,10	3,10					0,58
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.			1,30		0,05	13,50	15,88	20,21	7,32	3,33	6,36
Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i>	3,05	24,15	13,30	12,85	24,90	20,70	3,96	19,17	14,25	0,75	12,56

Tabela 1 – Participação percentual dos tipos polínicos identificados nas amostras residuais dos ninhos de *Tetrapedia diversipes* no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, Fortaleza – CE. Número de espécies (S), Índice de Diversidade (H'), Índice de Equitatividade (J') e Índice de Dominância (D).

(conclusão)												
<b>Família</b>	<b>Tipos polínicos</b>	<b>Dezembro</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maió</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>%</b>
Rubiaceae	<i>Borreria spinosa</i>						0,05			0,11	0,03	0,02
	<i>Richardia grandiflora</i>	9,75	2,65	0,30		3,20	12,05	8,54			0,10	3,25
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	0,40	0,05				1,15				0,18	0,17
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i>	33,50	1,15	4,50	2,65	0,10	1,25		1,04	1,64	1,78	4,26
<b>Taxa (S)</b>		13	10	9	7	13	26	9	13	13	14	
<b>Shannon (H')</b>		1,474	0,893	0,895	0,529	1,038	2,240	1,269	1,663	0,978	0,721	
<b>Pielou (J')</b>		0,575	0,388	0,407	0,272	0,405	0,688	0,578	0,648	0,381	0,273	
<b>Berger-Parker (D)</b>		0,358	0,684	0,751	0,842	0,640	0,207	0,621	0,284	0,720	0,840	



Tabela 2 - Tipos polínicos identificados na dieta provisionada para machos e fêmeas de *Tetrapedia diversipes*, no período de junho a outubro de 2015, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE. Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR).

Família	Tipos polínicos	♀		♂	
		FA	FR(%)	FA	FR(%)
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i>	59	0,22	18	0,15
Asteraceae	<i>Asteraceae sp.</i>	27	0,10	0	0,00
	<i>Mikania cordifolia</i>	0	0,00	2	0,02
	<i>Tithonia diversifolia</i>	288	1,09	157	1,27
	<i>Elephantopus sp.</i>	159	0,60	72	0,58
	<i>Emilia sonchifolia</i>	0	0,00	1	0,01
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	74	0,28	23	0,19
Fabaceae	<i>Phaseolus sp.</i>	0	0,00	5	0,04
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	0	0,00	1	0,01
	<i>Dalechampia sp.</i>	16609	<b>62,91</b>	8884	<b>71,65</b>
Indeterminado	<i>Indet. sp1</i>	899	3,41	321	2,59
	<i>Indet. sp2</i>	16	0,06	12	0,10
	<i>Indet. sp3</i>	37	0,14	10	0,08
	<i>Indet. sp4</i>	2	0,01	1	0,01
	<i>Indet. sp5</i>	0	0,00	1	0,01
	<i>Indet. sp6</i>	11	0,04	1	0,01
Leg. Caesalpinioideae	<i>Bauhinia sp.</i>	1214	4,60	79	0,64
Leg. Mimosoideae	<i>Leucaena leucocephala</i>	12	0,05	1	0,01
Loranthaceae	<i>Struthanthus syringifolius</i>	19	0,07	7	0,06
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	179	0,68	48	0,39
	<i>Malpighia emarginata</i>	146	0,55	8	0,06
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	2	0,01	3	0,02
Onagraceae	<i>Ludwigia sp.</i>	2950	<b>11,17</b>	1139	9,19
Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i>	3408	<b>12,91</b>	1296	<b>10,45</b>
Rubiaceae	<i>Borreria spinosa</i>	45	0,17	10	0,08
	<i>Richardia grandiflora</i>	6	0,02	1	0,01
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	0	0,00	16	0,13
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i>	238	0,90	283	2,28
<b>Total</b>		<b>26400</b>	<b>100</b>	<b>12400</b>	<b>100</b>

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Taxa de nidificação, sazonalidade e arquitetura dos ninhos

Os dados obtidos no presente estudo mostraram que as fêmeas de *Tetrapedia diversipes* nidificaram ao longo dos meses observados, apresentando maior percentual de nidificação nos meses de março (período chuvoso) e junho (início do período seco), provavelmente devido à maior disponibilidade de recursos fornecidos pelas plantas em floração nesses meses. No entanto, nenhuma correlação significativa foi encontrada entre a taxa mensal de nidificação e as variáveis climáticas. Dados semelhantes foram registrados com a mesma espécie nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro (Sudeste) e Bahia (Nordeste) por autores como Camillo (2005), Teixeira (2011), Machado (2011), Rocha-Filho e Garólafo (2015).

Os estudos realizados por Alves-dos-Santos, Melo e Rozen (2002) e Cordeiro (2009) indicam que as gerações *T. diversipes* frequentemente reutilizam os ninhos no local de nascimento. Essa característica de reutilização de ninhos também foi observada por Nogueira (in prep.) utilizando o mesmo método de marcação com etiquetas nas abelhas de *Euglossa cordata* L. recém-emergidas. No entanto, no presente estudo, não foi observada uma constância, na reutilização dos ninhos no local do nascimento, pelas abelhas marcadas pós-emergência. O baixo número de reutilização de ninhos pelas fêmeas de *T. diversipes* marcadas pode estar relacionado com a oferta de cavidades naturais no entorno da área experimental; contudo, a disponibilização dessas cavidades não foi avaliada durante o período observado.

Com relação à arquitetura dos ninhos obtidos, a estrutura de cada célula de cria foi construída com uma mistura de areia e óleo, semelhante ao descrito por Alves-dos-Santos, Melo e Rozen (2002). Os ninhos possuíam de um a oito células, sendo esse mesmo padrão de quantidade de células verificado nos trabalhos feitos por Camillo (2005) e Menezes *et al.* (2012).

### 4.2 Período de desenvolvimento, razão sexual e mortalidade

O tempo total de desenvolvimento dos imaturos de *T. diversipes*, verificado no presente estudo, mostrou que machos e fêmeas requereram no máximo 2 meses para completarem seu ciclo, sugerindo que esses indivíduos não sofreram diapausa. Esse resultado difere dos obtidos por Cordeiro (2009) e Miashike (2010), onde foi registrado um tempo de

desenvolvimento mais longo, de 5 a 12 meses, inferindo que os imaturos de *T. diversipes* apresentaram diapausa pré-pupal. Vale salientar que nos trabalhos dos autores acima citados, os ninhos de *T. diversipes* foram mantidos em temperatura ambiente, e isso provavelmente contribuiu para a diferença nos resultados obtidos, uma vez que, no presente estudo, os ninhos foram mantidos sob temperatura constante de 27°C.

Quanto à razão sexual, ela pode ser influenciada pela disponibilidade de recursos no ambiente, uma vez que a maior produção de fêmeas pode estar diretamente associada com este fator (MARQUES; GAGLIANONE, 2013). A razão sexual resultante das emergências de machos e fêmeas de *T. diversipes*, a partir dos NA coletados, apresentou maior produção de fêmeas, diferindo dos resultados encontrados em outras pesquisas, com a mesma espécie, onde os machos emergiram em maior número (CORDEIRO, 2009; MENEZES *et al.*, 2012; ROCHA-FILHO; GARÓFALO, 2015). Em outras espécies de abelhas como *Centris* (MENDES; REGO, 2007; MACHADO, 2011) e *Xylocopa* (PEREIRA; GARÓFALO, 2010), uma razão sexual mais inclinada para fêmeas também foi observada. De acordo com Pereira e Garófalo (2010) essa é uma característica importante, quando visa principalmente à polinização, uma vez que elas podem aumentar sua população de forma rápida nos locais onde forem introduzidas.

Com relação às causas da mortalidade das abelhas nos ninhos, elas ocorrem devido a falhas no desenvolvimento das crias e a ataques de inimigos naturais, que são classificados quanto ao seu comportamento em parasitas de ninhos, cleptoparasitas de alimento ou parasitoides (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; HAUTEQUESTT, SILVEIRA e GAGLIANONE, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

No estudo de Alves-dos-Santos, Machado e Gaglianone (2007), a taxa de mortalidade entre espécies de *Tetrapedia* oscilou entre 20 e 40%, valores esses que ratificam o encontrado em nossas observações. A maior incidência de mortalidade registrada, para *T. diversipes* no presente estudo, ocorreu nos estádios de pupa e no final do seu desenvolvimento, já na fase de adultos pré-emergentes. Um maior número de mortes nos estádios imaturos também foi relatado por Camillo (2005) e Rocha-Filho e Garófalo (2015), em estudos com a mesma espécie. De acordo com Aguiar, Medeiros e Almeida (2013), a mortalidade da prole das abelhas, nos estádios iniciais de desenvolvimento, pode ser influenciada pela manipulação e remoção dos ninhos no momento em que os mesmos são transportados para o laboratório.

No presente estudo, o parasitismo não constituiu um fator importante de mortalidade para os imaturos de *T. diversipes*, e os ninhos foram parasitados por mosca

*Bombyliidae* (Diptera), ocasionando a morte de apenas dois indivíduos (1,4%). Resultados similares também foram encontrados por Aguiar e Martins (2002) e Menezes *et al.* (2012).

Insetos Formicidae foram responsáveis pela morte de 13,8% dos indivíduos imaturos de *T. diversipes*, predando os ninhos-armadilhas, matando as larvas e roubando o pólen. A predação de ninhos por formigas também foi registrada em estudos feitos por Pinto (2005) e Oliveira *et al.*, (2014) utilizando ninhos-armadilha.

### 4.3 Recursos polínicos utilizado na dieta dos imaturos de *Tetrapedia diversipes*

A análise polínica do material residual presente nos ninhos de *Tetrapedia diversipes* revelou que as fêmeas utilizaram uma grande diversidade de espécies de plantas, constituída por 29 tipos polínicos. No entanto, o número de espécies utilizadas no presente estudo foi inferior ao encontrado por Neves *et al.* (2014), que registraram a presença de 60 tipos polínicos na dieta de *T. diversipes* em áreas de transição de pomares e fragmentos florestais, enquanto que no presente estudo se tratava de área urbana.

O número inferior de espécies utilizadas na dieta dessa abelha pode ser em decorrência das diferenças vegetacionais e de uso da terra nas áreas estudadas, a distância entre os sítios de nidificação e dos recursos alimentares e ainda as preferências individuais de cada fêmea forrageadora, considerando os princípios do forrageamento ótimo (LEVIN, 1978; ZIMMERMAN, 1988).

No presente estudo, as fêmeas de *T. diversipes* concentraram seu forrageio em *Dalechampia* sp. (*Euphorbiaceae*), cujo tipo polínico representou mais de 50% dos grãos de pólen amostrados. O uso e a preferência do recurso floral dessa espécie vegetal pelas abelhas do gênero *Tetrapedia* vêm sendo observados em diversos estudos de nicho trófico (MENEZES *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2014; ROCHA-FILHO; GARÓFALO, 2015). O gênero *Dalechampia* disponibiliza pólen e resina e sua polinização é realizada por abelhas resiníferas da família Megachilidae e da tribo Euglossini (CALAÇA; VIEIRA, 2012).

O tipo polínico *Talinum triangulare* (*Portulacaceae*) foi considerado uma espécie importante na dieta dessa abelha. Apesar dessa espécie vegetal ter sido classificada como uma importante fornecedora de recursos alimentares para abelhas na caatinga, sendo visitada principalmente por abelhas solitárias (MAIA-SILVA *et al.*, 2012), o uso dela na dieta de *T. diversipes* ainda não havia sido registrado.

A espécie *Talinum triangulare* é uma herbácea perene bem adaptada ao clima quente e úmido e solos com baixa fertilidade, e é considerada uma planta invasora (SOUZA;

LORENZI, 2005), mas é cultivada na África Ocidental, Ásia e na América do Sul com importância alimentar e na medicina tradicional (KOHDA et al., 1992; RODRIGUES;FURLAN, 2003).

A área de estudo apresenta condições edafoclimáticas favoráveis à presença de plantas como *Talinum triangulare*, que são pouco exigentes e possivelmente essas condições propiciaram que as fêmeas de *Tetrapedia diversipes* encontrassem nesta espécie recursos florais em grande disponibilidade e perenidade, evidenciados pela presença da espécie durante todo o período de estudo, com variação percentual de 0,75 a 26,90% da composição da dieta.

Os tipos polínicos de *Byrsonima crassifolia* e *Malpighia emarginata* pertencentes à família Malpighiaceae, no geral provavelmente atuaram como fontes de óleo, pois os grãos foram registrados em baixas porcentagens nas lâminas analisadas. Porém, no mês de dezembro, o tipo polínico *Malpighia emarginata* foi considerado importante fonte de pólen para a dieta dos imaturos representado por 35% nas amostras. Embora *T. diversipes* colete recursos de *M. emarginata*, ela não é considerada polinizadora dessa espécie (SIGRIST; SAZIMA, 2004) sendo ainda considerada pilhadora de pólen e/ou óleo de *Byrsonima intermedia* (Malpighiaceae) de acordo com as observações realizadas por Oliveira *et al.* 2007.

Apesar de no presente estudo o pólen de *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae) e *Talinum triangulare* (Portulacaceae) terem predominado nas amostras analisadas, e ainda a presença de *Dalechampia* sp. na dieta de *Tetrapedia diversipes* ser recorrente na literatura, isso não a classifica como uma espécie oligolética, uma vez que ela também realiza coleta de pólen de várias outras espécies.

Abelhas genuinamente oligoléticas podem apresentar adaptações morfológicas e/ou comportamentais que proporcionem utilizar de maneira mais eficiente os recursos florais disponibilizados pelas plantas, quando comparadas às competidoras poliléticas (PINHEIRO; SCHLINDWEIN, 1998; ALVES-DOS-SANTOS;WITTMANN, 1999; ALVES-DOS-SANTOS, 2003; ALVES-DOS-SANTOS *et al.* 2006). Se nessa relação são demonstradas adaptações que beneficiam a ambos, essa interação abelha-planta pode ter evoluído em conjunto, de maneira que um dependa do outro para permanecer no ambiente (WILLIAMS, 2003; SCHLINDWEIN, 2004; SCHLINDWEIN ;MEDEIROS, 2006; LARKIN *et al.* 2008).

Considerando a enorme complexidade em determinar/classificar uma espécie como oligolética e/ou polilética baseando-se em poucas observações, Silva *et al.*, 2016 usaram o termo “preferência temporal” para caracterizar uma alta frequência de pólen de *Miconia chamissois* (Melastomataceae) na dieta de *Euglossa towsendi*.

Com relação à análise individual dos resíduos contidos no interior das células, as fêmeas de *T. diversipes* visitaram pelo menos 27 espécies de plantas para prover as células de cria onde se desenvolveram os machos, e no provimento das células de fêmeas utilizaram recursos provenientes de 22 espécies vegetais. No entanto, as fontes de pólen utilizadas foram semelhantes entre os dois sexos.

Para aprovisionar uma célula de fêmea, a abelha fundadora do ninho recolheu de 2 a 12 tipos polínicos, enquanto que no aprovisionamento de uma célula de macho foram utilizados de 3 a 12 tipos polínicos (provavelmente, a mistura desses tipos numa célula indiquem um balanço nutricional que ainda precisa ser estudado). Nossos resultados indicam que *T. diversipes* concentrou o forrageio em espécimes de *Dalechampia* sp. para o provimento das células, pois esse tipo polínico compôs a maior parte da dieta, tanto de machos como de fêmeas. A família Onagraceae foi considerada importante nas amostras residuais de ambos os sexos, sendo representada pelo tipo polínico de *Ludwigia* sp. Esse tipo polínico já foi apontado como fonte importante para a dieta de *T. diversipes* em trabalhos feitos a partir da análise de pólen residual dos ninhos por Coelho *et al.* (2010) e Menezes *et al.* (2012). De acordo com Gimenes (2002), as fêmeas de *Tetrapedia diversipes* são polinizadoras eficientes em uma espécie desse gênero. Vale salientar que ainda são poucas as informações disponíveis, na literatura, acerca do papel que *T. deversipes* desempenha na polinização das espécies vegetais visitadas por elas.

## 5. CONCLUSÕES

A *Tetrapedia diversipes* aceita nidificar em ninhos-armadilha de cartolina e de plástico.

Nas condições estudadas, *T. diversipes* é multivoltina, apresentando várias gerações.

A fêmea, ao longo de sua vida reprodutiva, constrói mais de um ninho, podendo chegar até três, com cada ninho variando de 1 a 8 células.

Essas abelhas são geralmente parasitadas por *Coelioxys* sp, porém a remoção dos seus ninhos é uma boa estratégia para diminuir o parasitismo.

*Tetrapedia diversipes* apresenta uma dieta diversificada, que permite classificá-la como polilética, apresentando estratégia oportunista, utilizando bem os recursos mais disponíveis nas proximidades, em uma estratégia definida como preferência temporal.

Mais estudos sobre a bionomia dessa espécie são necessários, visando ao estabelecimento de técnicas de manejo mais apuradas.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. J. C.; C. F. MARTINS. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Rev. Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 101–116, 2002.
- AGUIAR, C. M. L.; MEDEIROS, R. L. S.; ALMEIDA, G. F.. Mortalidade da prole em duas espécies de *Centris* (Hymenoptera, Apidae) em uma área urbana. **Magistra, Cruz das Almas-BA**, v. 25, n. 1, p. 37-42, jan./mar. 2013.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; WITTMANN, D. The proboscis of the long-tongued *Ancyloscelis* bees (Anthophoridae/Apoidea), with remarks on flower visits and pollen collecting with the mouthparts. **Journal of the Kansas Entomological Society** 72 (3): 277-288, 1999.
- ALVES-DOS-SANTOS I.; MELO, G. A. R.; ROZEN J.G. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum Novitates**, n. 3377, p. 1-45, 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. A vida de uma abelha solitária. **Rev. Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 179, p. 60-62, 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Adaptations of bee proboscides for collecting pollen from Pontederiaceae flowers. In: Melo, G. A. R. & Alves-dos-Santos, I. (eds.) **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma. p. 257-263, 2003.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; NAXARA, S.R.C.; PATRÍCIO, E.F.L.R. A. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), **An oilcollecting bee. Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v.23, p.425-430, 2006
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. Historia natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis.**, v. 11, n. 4, p. 544-557, 2007.
- BARTH, O. M. Microscopic analysis of various samples of honey. 3. Isolated pollen. **An. Academia Brasileira de Ciências**, v. 42, p. 747-772. 1970 (in Portuguese).
- BATRA, S. W. T. Solitary Bees. **Scientific American**, v. 250, n. 2, p. 86-93, 1984.
- BAUERMANN, S. G.; RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C.; QUEIROZ, E. P. MOURELLE, D. PRIETO, A. R.; SILVA, C. I. **Polén nas angiospermas: diversidade e evolução**. ULBRA, Canoas, 2013, 216 p.
- CALAÇA, P. S. S. T.; VIEIRA, M. F. Biologia do pseudanto de *Dalechampia* aff. *triphyllo* Lam. (Euphorbiaceae) e sua polinização por abelhas (Apidae, Meliponina) **Rev. Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 303-308, jul./set. 2012.
- CAMILLO, E. Nesting biology of four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Rev. Biologia Tropical**, v. 53, n. 1-2, p. 175-186, jun. 2005.



CAPPELLARI, S.C.; MELO, G.A.R.; AGUIAR, A.J.C.; NEFF, J.L. Floral oil collection by male *Tetrapedia* bees (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Apidologie** 43: 39-50. 2012.

COELHO, T. A.; ARAUJO, R. B. S. P.; CORDEIRO, G. D.; SILVA, C. I.; KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Rede de interação das plantas visitadas por *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae: Tetrapediini) revelada por análise polínica do alimento larval.** Anais do IX Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto-SP, 2010.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, 2009. 84 p.

ERTDMAN, G. The acetolysis method, a revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 54, p. 561-564, 1960.

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

GIMENES, M. Estudo da atividade diária das abelhas visitantes (Hymenoptera, Apoidea) nas flores de *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 24, p. 47-56, 2002.

HAUTEQUESTT, A. P.; SILVEIRA, G. C.; GAGLIANONE, M. C. **Aspectos ecológicos de inimigos naturais de vespas e abelhas (insecta, hymenoptera) em ninhos-armadilha.** IV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Básico Municipal.** Fortaleza, 2013. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2013/Fortaleza.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2013/Fortaleza.pdf)> Acesso em: 01 set 2015.

KOHDA, H., YAMOAKA, Y., MORINAGA, S., ISHAK, M., DARISE, M. Saponins from *Talinum triangulare*. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, 40(9), 2557–2558, 1992.

LARKIN, L.L.; NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. The evolution of a pollen diet: Host choice and diet breadth of *Andrena* bees (Hymenoptera: Andrenidae). **Apidologie**, V. 39, ( 1 ), pp 133-145, 2008.

LEVIN, D. A. Pollination behavior and the breeding structure of plant populations, p.133-150. In A.J. Richards (ed.), *The pollination of flowers by insects*. London, Linnean **Society of London by Academic Press**, 213p. 1978.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of Melissopalynology. **Bee World**, v. 51, n. 3, p.125-153, 1970.

MACHADO, C. S. **Biologia de nidificação e dieta das larvas dos polinizadores efetivos de *Malpighia emarginata* D.C. em uma área restrita do Recôncavo da Bahia.** Tese (Doutorado em Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011. 91 f.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. I. D. A.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T. ; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga**. 1. ed. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MARQUES, M. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia de nidificação e variação altitudinal na abundância de *megachile (melanosarus) nigripennis* spinola (hymenoptera, megachilidae) em um inselbergue na mata atlântica, Rio de Janeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 198-208, jan./feb. 2013.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Rev. Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 382-388, set. 2007.

MENEZES, G. B.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; BASTOS, E. M. A. F.; AUGUSTO, S. C.; GAGLIANONE, M. C. Nesting and use of pollen resources by *Tetrapedia diversipes* Klug (Apidae) in Atlantic forest areas (Rio de Janeiro, Brazil) in different stages of regeneration. **Rev. Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 1, p. 86-94, jan./mar. 2012.

MIASHIKE, R. L. **Inventário de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) com o auxílio de ninhos-armadilha no campus da UNESP de Rio Claro – SP**. 2010. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Rio Claro, 2010.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 992p.

MIRANDA, M. M. B.; ANDRADE, T. A. P. **Fundamentos de palinologia**. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 1990. 99 p.

MOURE, J. S. Espécies novas de *Tetrapedia* Klug (Apoidea, Anthophoridae). **Rev. Brasileira de Zoologia**, v. 16, supl. 1, p. 47-71, 1999.

NETO, H. S.; OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. **Polilectia em *Tetrapedia* (Apidae, Tetrapediini): Fêmeas buscam pólen de numerosas espécies na floresta atlântica de Pernambuco**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG, 2007.

NEVES, C. M. L.; CARVALHO, C. A. L.; MACHADO, C. S.; AGUIAR, C. M. L.; SOUSA, F. S. M. Pollen consumed by the solitary bee *Tetrapedia diversipes* (Apidae: Tetrapediini) in a tropical agroecosystem. **Grana**, v. 53, n. 4, p. 302-308, 2014.

OLIVEIRA, M. I. B.; POLIDO, C. A. ; COSTA, L. C.;FAVA, W. S. Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rev. Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 756-758, 2007.

OLIVEIRA, R.; MARTINS, C. F.; ZANELLA, F.; SCHLINDWEIN, C. **Abelhas solitárias produzem acerolas**. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 24 p.

- PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 193-209, 2010.
- PINHEIRO, M.; SCHLINDWEIN, C. A câmara nectarífera de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet (Convolvulaceae) e abelhas de glossa longa como polinizadores eficientes. **Iheringia Série Botânica** 51 (1): 3-16, 1998
- PINTO, N. P. O. Estudo de Caso: a reutilização de células de ninho abandonado de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera:Vespidae, Polistinae) por *Tetrapedia (Tetrapedia) diversipes* Klug, 1810 (Hymenoptera: Apidae, Apinae). **Rev. Etologia**, v. 7, n. 2, p. 67-74, dez. 2005.
- ROCHA-FILHO, L. C.; GARÓFALO, C. A. Natural history of *Tetrapedia diversipes* (Hymenoptera: Apidae) in an atlantic semi deciduous forest remnant surrounded by coffee crops, *Coffea arabica* (Rubiaceae). **Ann. Entomological Society of America** v. 1, p. 153-167, 2015.
- RODRIGUES, M. I. A., FURLAN, A. **Livro de resumos do 54\_ Congresso Nacional de Botânica 3ª Reuniao Amazonica de Botânica**. Local do Evento: Universidade da Amazonia – UNAM, R0165–1, 2003.
- SCHLINDWEIN, C. **Are oligolectic bees always the most effective pollinators?** In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (eds.). Solitary bees. Conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza, Imprensa Universitária. p. 231-240, 2004.
- SCHLINDWEIN C.; MEDEIROS, P.C.R. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera, Andrenidae). **Flora**. 201:178-188, 2006.
- SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. **Annals of Botany**, v. 94, p. 33-41, 2004
- SILVA, C. I.; BALLESTERO, P. L. O.; PALMERO, A. M.; BAUERMANN, O. G. EVALDT, A. C. P.; OLIVEIRA, P. E. **Catálogo polínico: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero Xylocopa no triângulo mineiro**. 1ed. Uberlândia: EDUFU, 2010.
- SILVA, C. I.; GROPO, M.; BAUERMANN, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; QUEIROZ, E. P.; GARÓFALO, C. A. **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto**. 1ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2014. 153 p.
- SILVA, C.I.; CASTRO, M. M. DO N.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; GARÓFALO, C.A. High prevalence of *Miconia chamissois* (Melastomataceae) pollen in brood cell provisions of the orchid bee *Euglossa townsendi* in São Paulo State, Brazil. **Apidologie**. v. 47, p. 1-12, 2016.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1ª ed. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira. 2002. 253p., il.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Plantas Medicinais no Brasil. Botanica Sistemática**, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa, Brazil, 2005.

TEXEIRA, F. M. **Aculeata (Insecta, Hymenoptera) em ninhos-armadilha em diferentes tipos fitofisionômicos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2011.

WILLIAMS N.M. Use of novel pollen species by specialist and generalist solitary bees (Hymenoptera: Megachilidae), **Oecologia** 134, 228–237, 2003.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall: New Jersey, 1999. 663 p.

ZIMMERMAN, M. Nectar production, flowering phenology and strategies for pollination, p. 157-178. In J.L. Doust & L.L. Doust (eds.), **Plant reproductive ecology: Patterns and strategies**. Oxford, Oxford Univ. Press, 360p. 1988