



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

ANGELA MARIA DA SILVA GOMES

**BIONOMIA E COMPORTAMENTO DE NIDIFICAÇÃO DA ABELHA
EPANTHIDIUM TIGRINUM (HYMENOPTERA – MEGACHILIDAE) EM
NINHOS-ARMADILHA**

FORTALEZA

2016

ANGELA MARIA DA SILVA GOMES

**BIONOMIA E COMPORTAMENTO DE NIDIFICAÇÃO DA ABELHA
EPANTHIDIUM TIGRINUM (HYMENOPTERA – MEGACHILIDAE) EM
NINHOS-ARMADILHA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia na área de abelhas e polinização.

Orientador: Prof PhD Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA

2016

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

G612b Gomes, Angela Maria da Silva.
Bionomia e comportamento de nidificação da abelha *Epanthidium tigrinum* (hymenoptera – Megachilidae) em ninhos armadilha. / Angela Maria da Silva Gomes. – 2016
52 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Abelhas e polinização
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas

1. Armadilha para insetos. 2. Abelha - Comportamento. 3. Ritmos biológicos. I. Título.

ANGELA MARIA DA SILVA GOMES

**BIONOMIA E COMPORTAMENTO DE NIDIFICAÇÃO DA ABELHA
EPANTHIDIUM TIGRINUM (HYMENOPTERA – MEGACHILIDAE) EM NINHOS-
ARMADILHA**

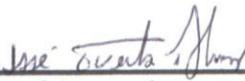
Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia na área de Abelhas e polinização.

Aprovado em: 14 / 03 / 2016

BANCA EXAMINADORA

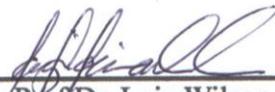


Prof^o PhD Breno Magalhães Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará



Prof. Dr. José Everton Alves

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)



Prof.Dr. Luiz Wilson Lima-Verde

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus,
À minha família
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo maravilhoso dom da vida, por me dar forças para sempre seguir em frente, independentemente de qualquer dificuldade, pelo conforto e amparo nos momentos difíceis.

À minha família, por toda a dedicação e esforço para me garantir uma boa educação. Além da compreensão e do apoio nas várias decisões que me fizeram chegar até aqui.

Ao professor Breno Magalhães Freitas, pela orientação e oportunidades fornecidas.

Ao Prof. Francisco Deoclécio Guerra Paulino, pelo apoio, pela atenção e pela boa vontade em me ajudar.

Ao Prof. Dr. Everton e Dr. Lima Verde, por disponibilizarem seu tempo para participar da minha banca de defesa e contribuir para a melhoria do meu trabalho.

À Dra. Cláudia Inês da Silva, pelos conselhos e aprimoramentos de ideias.

A professora Dra. Danúncia Urban, por ter dedicado parte do seu tempo na identificação das minhas abelhas, pela sua atenção e disposição em me ajudar.

À Dra Isabel Alves dos Santos, por colaborar com minha pesquisa enviando artigos que foram de grande ajuda na elaboração da discussão deste trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Abelhas, pelo apoio dado para a conclusão deste trabalho. Em especial à Epifânia de Macêdo, Arianne Moreira, Hiara Marques, Nyanne Fernandes e Gercy Pinto, por proporcionarem momentos de descontração que tornaram mais leves os trabalhos diários, além de estarem diretamente ligadas às atividades que tornaram possível a realização desta pesquisa.

Aos funcionários do Setor de Abelhas da UFC, pela ajuda na lida diária no setor, pela companhia e momentos de descontração.

Aos meus amigos da turma de Zootecnia 2009.1, pela amizade e companheirismos que permaneceram em mais essa etapa da minha vida, por estarem comigo nos momentos mais complicados e até pelos conselhos, mesmo que às vezes não seguidos.

À Universidade Federal do Ceará, pela criação e manutenção do programa de Pós-graduação em Zootecnia.

À Capes, pela bolsa que financiou minha permanência no mestrado.

Finalmente, a todos que estiveram presentes na minha vida e contribuíram de alguma forma para a minha formação.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi

RESUMO GERAL

Muitas espécies de abelhas solitárias possuem potencial para uso na agricultura como polinizadores, como as abelhas da Família Megachilidae, utilizadas nos cultivos de pera, maçã, amêndoas, alfafa, dentre outras culturas. No Brasil, essa família é representada pela subfamília Megachilinae, composta por cinco taxos, dentre os quais a tribo Anthidini. Este estudo teve por objetivos descrever a bionomia e ciclo biológico da abelha *Epanthidium tigrinum* (SCHROTTKY, 1905) e identificar os tipos florais visitados por essas espécies. Foram utilizados ninhos-armadilha confeccionados de cartolina preta inseridos em blocos de madeira e instalados em locais cobertos para proteção contra as intempéries ambientais. Observações diárias foram realizadas para acompanhamento da fundação dos ninhos até o fechamento deles. Cinco abelhas foram marcadas com tinta atóxica quando iniciavam a construção do ninho, sendo observadas por um período de cinco dias para acompanhamento do comportamento de nidificação. Os ninhos concluídos foram mantidos em B.O.D. até a emergência das abelhas adultas, sendo seccionados para acompanhamento da razão sexual. O material residual das células pós-emergência foi coletado para análises cropalinológicas e identificação da dieta dos indivíduos. Um casal de abelhas de cada ninho foi sacrificado em acetato de etila, montadas e enviadas para identificação por especialistas. As abelhas estudadas não apresentaram sazonalidade, mas houve correlação negativa com a temperatura para número de ninhos ($r_s = -0.639$; $p = 0.034$) e para número de células ($r_s = -0.702$; $p = 0.016$). Nos ninhos observados, houve emergência de 67 abelhas, sendo 37 machos e 30 fêmeas, resultando em uma razão sexual de 1,2:1 e uma mortalidade de 18,5%. As abelhas construíram uma média de 1,6 ninhos com número de células médio de $5,06 \pm 2,32$, apresentando tamanho médio de $7,97\text{mm} \pm 1,31\text{mm}$, e demoraram $15,44 \pm 5,93$ dias para concluir o ninho, com as crias levando em média $43,69 \pm 4,64$ para emergir. As fêmeas iniciaram o forrageio às $7:50 \text{ h} \pm 30\text{min}$ e permaneceram ativas até as 16h. As abelhas se mantiveram dentro do ninho em média $9 \pm 7\text{min}$ e em campo $19 \pm 5\text{min}$. Nos horários matinais, essas abelhas coletavam pólen e à tarde resina, sendo que o maior fluxo nos ninhos ocorreu às 14h. A disponibilidade de resina foi fator limitante para a construção dos ninhos. A análise cropalinológica mostrou 27 espécies constituintes de sua dieta, sendo que o pólen de *Byrsonima crassifolia* e *Vigna sinensis* foram os mais importantes, com 68,39% e 15,36% do total, respectivamente.

Palavras chave: Nidificação. Abelha solitária. Criação de abelhas. Plantas apícolas. Coleta de resina.

GENERAL ABSTRACT

Many species of solitary bees have potential to be used in agriculture as pollinators, such as the Megachilidae Family bees, used in pear, apple, almonds, alfalfa, among other crops. In Brazil, this family is represented by the subfamily Megachilinae, composed of five taxos, one of which is the Anthidini tribe. This study aimed to describe the bionomics and life cycle of the *Epanthidium tigrinum* bee (SCHROTTKY, 1905) and to identify the floral types visited by these species. Trap nests made of black paper placed on wooden blocks were used and installed on places covered to protect them against environmental changes. Daily observations were made to accompany the foundation of the nests until their closing. Five bees were labeled with non-toxic paint when they initiated the nest building, and these were observed for a period of five days to monitor the nesting behavior. Completed nests were kept in B.O.D. until the emergence of adult bees, being sectioned to monitor the sex ratio. The residual material of the postemergence cells was collected for analysis and crop palynological identification of the diet of individuals. A couple of bees of each nest was sacrificed in ethyl acetate, assembled and sent for identification by experts. The studied bees showed no seasonality, but there was a negative correlation with temperature for number of nests ($r_s = -0,639$; $p = 0.034$) and number of cells ($r_s = -0,702$; $p = 0.016$). In the nests, there was the emergency of 67 bees, 37 males and 30 females, resulting in a sex ratio of 1.2: 1 and a mortality rate of 18.5%. The bees have built an average of 1.6 nests with the average number of cells of 5.06 ± 2.32 , with average size of $7,97\text{mm} \pm 1,31\text{mm}$, and 15.44 ± 5.93 days to complete the nest. The young took an average of 43.69 ± 4.64 of emergency. Females began to forage as $7: 50 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ a.m. and remained active until 4 p.m. The bees were kept inside the nest on average of $9 \pm 7 \text{ min}$ and in field for 19 ± 5 minutes. In the morning hours these bees collected pollen and in the afternoon they produced resin, and the greater flow in the nests occurred during 2p.m. The availability of resin was a limiting factor for the construction of nests. The analysis showed 27 crop palynological constituent species from their diet, and the pollen *Byrsonima crassifolia* and *Vigna sinensis* were the most important, with 68.39% and 15.36% of the total, respectively.

Keywords: Nesting. Solitary bees. Bee breeding. Apiarian plants. Resin collection.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Área experimental: Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.----- 30
- Figura 2. Ninhos armadilhas e acondicionamento dos ninhos de *Epanthidium tigrinum* coletados no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015: (A) detalhe dos ninhos-armadilhas utilizados (B) abelha *Epanthidium tigrinum* emergindo nos tubos de plástico e detalhe do material utilizado para fechá-los. Fonte: Autor. ----- 31
- Figura 3. Detalhes do procedimento de marcação de abelhas *Epanthidium tigrinum* com tinta atóxica, realizado no Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro 2014 a outubro de 2015: (A) material utilizado (B) procedimento de marcação (C) abelha marcada. ----- 32
- Figura 4. Nidificação de abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha em função da temperatura e precipitação pluvial, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015, no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. ----- 35
- Figura 5. Correlação entre temperatura e (a) número de ninhos fundados e (b) número de células construídas por abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015. ----- 36
- Figura 6. Detalhe de um ninho de *Epanthidium tigrinum* coletado no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015: I – Célula vestibular; II – Distância do fechamento; III – Área de ninho; IV – Célula não desenvolvida. ----- 37
- Figura 7. Fluxo de abelhas *Epanthidium tigrinum* e coleta de recursos em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015: a) Saída das abelhas do ninho; b) Entrada de pólen; c) Entrada de resina; d) Entrada com néctar/água; e) Número de voltas dadas na entrada do ninho. ----- 40
- Figura 8. Pólen encontrado em resíduos pós-emergente de abelhas *Epanthidium tigrinum* coletados em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015: (A) *Psidium guajava* – Myrtaceae (B) *Byrsonima crassifolia* – Malpighiaceae (C) *Dalechampia* sp. – Euphorbiaceae (D) *Vigna sinensis* – Fabaceae (E) *Anacardium occidentale* – Anacardiaceae. Fonte: Autor ----- 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de ninhos de *Epanthidium tigrinum* coletados em ninhos-armadilha, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015, no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. ----- 37

Tabela 2. Correlação da saída de abelhas, entrada de pólen, entrada de resina, entrada de néctar/água e comportamento de voltinha com variáveis climáticas de abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro 2014 a outubro de 2015. Onde rs valor da correlação e p significância. 39

Tabela 3. Percentuais de tipos polínicos e índices de diversidade mensais (S, H', J' E D) encontrados nos ninhos de *Epanthidium tigrinum* no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015. Continua. ----- 42

SUMÁRIO

Capítulo - 1.....	13
1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1. Panorama geral da utilização das abelhas	14
1.2. Abelhas solitárias	15
1.3. Família Megachilidae.....	16
1.3.1. <i>Tribo Anthidiini e gênero Epanthidium</i>	18
REFERÊNCIAS	20
Capítulo - II.....	25
RESUMO	26
ABSTRACT.....	27
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1. Área experimental	30
2.2. Ninhos-armadilha e amostragem.....	30
2.3. Comportamento de nidificação	32
2.4. Análise da dieta	33
2.5. Análises estatísticas.....	33
3. RESULTADOS.....	34
3.1. Sazonalidade e nidificação	34
3.1.1. <i>Sazonalidade</i>	34
3.1.2. <i>Nidificação</i>	36
3.2. Comportamento de nidificação	38
3.3. Análise da dieta	41
4. DISCUSSÃO.....	44
4.1. Sazonalidade e nidificação	44
4.2. Comportamento de nidificação	46
4.3. Análise da dieta	47
5. CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS	50

Capítulo - 1
Revisão de Literatura

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Panorama geral da utilização das abelhas

Existe uma grande diversidade de espécies de abelhas, estimada entre 25.000 a 30.000 espécies no mundo (ROUBIK, 1989; GRISWOLD *et al.*, 1995). Nas regiões neotropicais há cerca de 5.000 espécies de abelhas descritas, mas estima-se que o número total chegue a 15.150 espécies de abelhas, enquanto que o Brasil detém 1.678 das espécies conhecidas (MOURE *et al.*, 2007). Isso sugere que ainda existe uma demanda muito grande de estudos e levantamentos locais para serem feitos sobre as espécies de abelhas nativas.

As abelhas, de uma maneira geral, são os principais polinizadores da flora silvestre e cultivada em todo o globo, sendo a polinização essencial para a reprodução da maioria das Angiospermas (DELAPLANE *et al.*, 2013). Estima-se que cerca de 87,5% das Angiospermas dependem da polinização animal ou biótica (OLLERTON *et al.*, 2011), enquanto que aproximadamente 73% das espécies agrícolas e até 33% das culturas usadas na alimentação humana são polinizadas por abelhas (KLEIN *et al.*, 2007). Esse serviço ecossistêmico não só contribui para a manutenção das populações de plantas silvestres, mas também assegura a obtenção de mais frutos de melhor qualidade, consequentemente aumentando os valores da produção agrícola (GARRATT *et al.*, 2014).

A necessidade de polinização na agricultura tem levado ao uso de polinizadores manejados, especialmente a abelha *Apis mellifera* L., para fornecer esse serviço em cultivos agrícolas (D'AVILA, MARCHINI, 2005). No entanto, o recente declínio da população dessas abelhas nos países que mais dependem dos seus serviços de polinização tem levantado um alerta para a necessidade de diversificar as espécies de polinizadores utilizados (FREITAS *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2015). Concomitantemente, estudos recentes têm mostrado que a diversidade de polinizadores em cultivos agrícolas produz resultados melhores em quantidade e qualidade da produção, e sugerem que o uso de outros polinizadores manejados, associados a insetos silvestres, especialmente abelhas, deve ser levado em conta para a obtenção dos melhores resultados (GARIBALDI *et al.* 2013; 2016).

Dessa forma, o estudo sobre outros potenciais polinizadores, principalmente as abelhas solitárias, faz-se necessário com o intuito de tornar conhecidos seus hábitos de nidificação e reprodutivos, visando identificar espécies potenciais para o uso como polinizadores agrícolas.

1.2. Abelhas solitárias

A maioria das espécies de abelhas do mundo possui comportamento solitário. Esse comportamento nas abelhas caracteriza-se pela ausência de sobreposição de gerações, com as fêmeas trabalhando de forma independente na construção e aprovisionamento das células e, após realizar essas tarefas, geralmente morrem sem entrar em contato com a prole ou integrantes da próxima geração (KROMBEIN, 1967; ALVES-DOS-SANTOS, 2002). Essas abelhas apresentam hábitos de nidificação diversos e seus ninhos podem ser encontrados desde escavados no solo ou em madeira, quanto em cavidades pré-existentes (KROMBEIN, 1967; MORATO, CAMPOS, 2000).

As abelhas solitárias constituem cerca de 85% das espécies de abelhas descritas e desempenham importante papel como polinizadores de espécies nativas e agrícolas. Muito embora em determinadas culturas os serviços de polinização prestados por elas possam ser mais eficientes, poucas espécies vêm sendo manejadas para essa finalidade (BATRA, 1984; IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2005).

O grupo de abelhas solitárias envolve muitas espécies que apresentam elevados níveis de especializações, devido a características morfológicas ou comportamentais que permitem a elas explorar recursos específicos fornecidos por alguns grupos de plantas. As tribos Centridini e Tetrapediini e sua relação com plantas fornecedoras de óleos florais são exemplos muito estudados (BUCHMANN, 1987; ALVES-DOS-SANTOS, 2007; GAGLIANONE *et al.*, 2011). Outro exemplo são as abelhas coletoras de resina floral, como espécies representadas na tribo Anthidiini, que coletam esse recurso para construção de seus ninhos (ROUBIK, 1989; MICHENER, 2007). Geralmente a resina é disponibilizada em ferimentos no caule das plantas, e apenas duas famílias botânicas (Clusiaceae e Euphorbiaceae) possuem espécies de plantas com glândulas produtoras de resina nas flores (ARMBRUSTER, 1984).

Os obstáculos encontrados para se estudar as abelhas de hábito solitário estão ligados à dificuldade de se obter seus ninhos na natureza. Krombein (1967) propôs a utilização de ninhos-armadilha como uma ferramenta para auxiliar nos estudos de abelhas solitárias. Através dessa técnica, muitos trabalhos puderam ser realizados no sentido de trazer conhecimentos sobre a biologia e o comportamento dessas abelhas, bem como sobre as espécies florais que elas visitam para aprovisionar as células de cria, sobre seus inimigos naturais e os levantamentos de espécies locais, além de ser uma alternativa para aumentar suas populações em áreas de cultivo (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2002; GARÓFALO, 2004;

CAMILLO, 2005; FREITAS *et al.*, 2006; DRUMMONT *et al.*, 2008; MESQUITA, 2009; MENEZES *et al.*, 2012; PIRES *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2014; PARIZOTTO, MELO, 2015).

A facilidade de se obter o ninho em armadilhas permitiu ampliar o conhecimento da biologia de várias espécies de abelhas solitárias, levando ao domínio da técnica de criação e produção em grande escala de algumas espécies, como no caso da família Megachilidae (ALVES-DOS-SANTOS, 2004). Sedivy e Dorn (2014) realizaram uma revisão sobre a utilização das abelhas do subgênero *Osmia* (Hymenoptera – Megachilidae) e concluíram que existem quatro espécies mais estudadas e com sucesso no manejo, que são: *Osmia cornifrons* (Radoszkowski), nativas da Ásia Oriental, *Osmia lignaria* nativa, da América do Norte, *Osmia cornuta* (Latreille) e *Osmia bicornis*, nativas da Europa. Essas abelhas são utilizadas na polinização de culturas de pera (*Pyrus communis*), maçã (*Malus domestica*), amêndoas (*Prunus amygdalus*), cereja (*Prunus avium*), damasco (*Prunus armeniaca*), pêssego (*Prunus persica*) e alfafa (*Medicago sativa*) (VICENS, BOSCH, 2000; BOSCH *et al.*, 2006; SHEFFIELD *et al.*, 2008; MATSUMOTO *et al.*, 2009; GRUBER, 2011; SCHULZEA *et al.*, 2012; BIDDINGER *et al.*, 2013).

1.3. Família Megachilidae

A família Megachilidae ou a subfamília Megachilinae é um grupo muito diversificado que ocorre em todo o mundo, contendo mais de 4000 espécies descritas, de comportamento principalmente solitário, sendo que algumas espécies podem apresentar comportamento social (NATES-PARRA, GONZALEZ, 2000; MICHENER, 2007).

Essas abelhas solitárias apresentam um grande potencial como polinizadores e, apesar de poucos estudos terem sido feitas pra maioria das suas espécies, algumas já são consideradas importantes para algumas culturas, como *Megachile rotundata*, utilizada na polinização da alfafa (PITTS-SINGER, CANE, 2011), e *Osmia cornifrons* e *Osmia lignaria*, apontadas como polinizadores da cerejeira (BOSCH *et al.*, 2006; BIDDINGER *et al.*, 2013).

Elas são facilmente reconhecidas devido a algumas características especiais das espécies constituintes desse grupo, tais como: a articulação do labro larga; a presença do processo dististipital; a escopa metassomal (escopa ventral) nas espécies não parasitas e, conseqüentemente, a perda da escopa nas pernas posteriores; a perda da placa basitibial e usualmente da placa pigidial e a ausência das fímbrias pigidial e pré-pigidial (SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER, 2007).

A diversidade da biologia de nidificação e as relações florais de Megachilidae também são surpreendentes, pois diversos materiais são utilizados na construção do ninho, incluindo lama, pétalas, folhas (peças intactas ou maceradas), resina, partículas do solo, cascalho e tricomas de plantas (GONZALEZ *et al.*, 2012). Outro fator igualmente diversificado é a escolha do local de nidificação, que pode ser tanto nas superfícies de paredes, de pedras e de galhos de árvores, quanto em cavidades pré-existentes no solo, na madeira, nas hastes, galhos dos vegetais, conchas de caracol, além de ainda poder ser escavado no solo, madeira ou mesmo em cupinzeiros arborícolas (CANE *et al.*, 2007; MICHENER, 2007).

A classificação da família Megachilidae tem sido muito discutida, embora ainda seja pouco compreendida (GONZALEZ *et al.*, 2012). A versão descrita em publicação de Silveira *et al.*, (2002) mostra a família composta por duas subfamílias Fideliinae e Megachilinae. A subfamília Fideliinae ocorre em regiões semiáridas da Ásia, África e América do Sul, mas não há representantes no Brasil, constituído pelos gêneros *Fidelia* Friese, 1899 (incluindo *Parafidelia* Brauns, 1926), *Neofidelia* Moure e Michener, 1955 e *Pararhophites* Friese, 1898. A subfamília Megachilinae compreende cinco tribos: Osmiini, Dyoxini, Lithurgini, Anthidiini e Megachilini, sendo que no Brasil é representada apenas pelas três últimas tribos (SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER, 2007).

Uma nova classificação foi proposta por Melo e Gonçalves (2005), na qual todas as abelhas são inclusas em Apidae, levando à ocorrência de uma única família. Assim, a família Megachilidae passa a ser subfamília Megachilinae e as subfamílias ficam designadas como tribos, compondo, nesse caso, sete tribos: Anthidiini, Dioxyini, Fideliini, Lithurgini, Megachilini, Osmiini e Pararhophitini.

Dois novas classificações foram propostas por Gonzalez *et al.* (2012) para o grupo, baseadas nas classificações de Engel (2005) e Michener (2007). Na primeira, a família Megachilidae divide-se em três subfamílias (Fideliinae, Pararhophitinae, Megachilinae) e a subfamília Megachilinae divide-se em nove tribos (Anthidiini, Aspidosmiini, Ctenoplectrellini, Dioxyini, Glyptapinia, Lithurgini, Megachilini, Osmiini e Protolithurgini). Na segunda proposta, a de maior preferência do autor, ele sugere quatro subfamílias (Fideliinae, Pararhophitinae, Megachilinae e Lithurginae), sendo Lithurginae dividida em duas tribos (Lithurgini e Protolithurgini) e Megachilinae dividida em sete tribos (Anthidiini, Aspidosmiini, Ctenoplectrellini, Dioxyini, Glyptapinia, Megachilini e Osmiini).

1.3.1. Tribo *Anthidiini* e gênero *Epanthidium*

Dentro do grupo Megachilidae, a tribo Anthidiini é a que apresenta o maior número de espécies, as quais se encontram distribuídas por todos os continentes. Contudo, apresentam diversidade e abundância pouco expressivas quando estudados localmente (SILVEIRA *et al.*, 2002). Metade de suas espécies está na região neotropical (PARIZOTTO, 2011). Essa diversidade se deve ao fato de esse ser um grupo propenso ao desenvolvimento de novas características morfológicas que, conseqüentemente, ocasionam o surgimento de muitos gêneros e subgêneros (MICHENER, 2007). Diversos autores contribuíram com a descrição dos gêneros presentes na tribo e no levantamento geográfico de suas ocorrências e, ainda hoje, há novas espécies sendo descobertas e descritas (GRIGARICK, STANGE, 1968; GRISWOLD, MICHENER, 1988; URBAN, 1990, 2002, 2006, 2011; ZANELLA, FERREIRA, 2005;). Atualmente, segundo o catálogo de espécies neotropicais, a tribo contém 40 gêneros com distribuição neotropical (URBAN, MOURE, 2012).

De modo geral, a tribo é caracterizada, taxonomicamente, por apresentar manchas brancas, amarelas e/ou vermelhas no integumento; ausência de pelos densos; mandíbula da fêmea mais larga que a do macho, com três ou mais dentes; pterostigma curto e garras tarsais da fêmea fendidas ou com dente basal (MICHENER, GRISWOLD 1994).

Os hábitos de nidificação apresentados pelas espécies de Anthidiini são pouco conhecidos, exceto pelos trabalhos que tratam de grupos que nidificam em ninhos-armadilha (ALVES-DOS-SANTOS, 2004; CAMAROTTI-DE-LIMA, MARTINS, 2005). As abelhas dessa tribo podem construir seus ninhos expostos sobre folhas, rochas ou galhos, como recentemente demonstrado para *Ananthidium* por Parizotto e Melo (2015), ou, ainda, em cavidades pré-existentes, incluindo ninhos abandonados de outras abelhas e vespas. O material de construção dos ninhos é coletado pelas fêmeas, e, segundo Michener (2007), pode-se dividir a tribo em dois grupos: o A, aquele no qual as abelhas fazem ninhos com resina, que pode ser misturada com terra, fragmentos de folhas ou barro; e o grupo B, no qual os ninhos são feitos exclusivamente com fibras vegetais.

Existem poucos ou nenhum dado que fale a respeito do comportamento de abelhas do gênero Anthidiini, assim como os dados da biologia de nidificação são escassos. Alguns gêneros ainda possuem sua biologia totalmente desconhecida, como *Allanthidium* e *Chrisanthidium* (PARIZOTTO, MELO 2015), enquanto para outros se sabe pouco a respeito, como no caso de *Epanthidium*. Esse gênero apresenta 23 espécies neotropicais, presentes no Brasil, Argentina, Uruguai, Paraguai, Arruda, México e Bolívia (URBAN, MOURE, 2012) e

as abelhas constroem suas células de resina misturadas a outros materiais (CILLA, ROLÓN, 2012a). Porém, há falta de maiores informações sobre hábitos de nidificação e reprodução, sazonalidade, fontes e uso de recursos alimentares e usados na construção dos ninhos. No presente trabalho, buscou-se esse conjunto de informações a respeito da espécie *Epanthidium tigrinum* (SCHROTTKY, 1905).

REFERÊNCIAS

- ALVES-DOS-SANTOS, I. A vida de uma abelha solitária - Artigo publicado na **Revista Ciência Hoje** n.179, disponível em: <http://eco.ib.usp.br/beelab/solitarias.htm>. 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Biologia de nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia** 21: 739–744. 2004.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C.. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecol.Bras.**, 11 (4): 544-557. 2007.
- ARMBRUSTER, W. S.. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. **American Journal of Botany**, Vol. 71, No 8. 1984.
- BATRA, S. W.. Solitary Bees. **Scientific American**.250(2):86-93. 1984.
- BIDDINGER, D. J., JOSHI, N. K., RAJOTTE, E. G., HALBRENDT, N. O., PULIG, C., NAITHANI, K. J., VAUGHAN, M.. An immunomarking method to determine the foraging patterns of *Osmia cornifrons* and resulting fruit set in a cherry orchard. **Apidologie** Original article ©INRA, DIB and Springer-Verlag France, 2013 DOI: 10.1007/s13592-013-0221-x. 2013
- BOSCH, J., KEMP, W. P., TROSTLE, G. E.. Bee Population Returns and Cherry Yields in an Orchard Pollinated with *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Economic Entomology**, 99 (2):408-413. 2006. Published By: Entomological Society of America DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-99.2.408> URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/0022-0493-99.2.408>. 2006.
- BUCHMANN, S. L..The Ecology of Oil Flowers and their Bees Annual.**Review of Ecology and Systematics**.v. 18, pp. 343-369. 1987.
- CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F..Biologia de Nidificação e Aspectos Ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em Área de Tabuleiro Nordestino, PB. **Neotropical Entomology** 34(3):375-380. 2011.
- CAMILLO E. Nestingbiologyof four *Tetrapedia* species in trap-nests (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Revista de Biologia Tropical** 53: 175–186. 2005
- CANE, J. H.; GRISWOLD, T.; PARKER, F. D.. Substrates and Materials Used for Nesting by North American *Osmia* Bees (Hymenoptera: Apiformes: Megachilidae). **Annals of the Entomological Society of America** Vol. 100, no. 3. 2007.
- CILLA, G. & ROLÓN G.. Nidificación de Abejas Silvestres em Edificaciones en Tierra em la Provincia de La Rioja. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Catamarca. **Huayllu-Bios**. Nº 6.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C.. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria animal**, N. Odessa, v.62, n.1, p.79-90, 2005.

DELAPLANE, K. S.; DAG, A.; DANKA, R. G.; FREITAS, B. M.; GARIBALDI, L. A.; GOODWIN, R. M.; HORMAZA, J. I.. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*, *Journal of Apicultural Research*, 52:4, 1-28. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.12>. 2013.

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

ENGEL, M. S.. Family-group names for bees (Hymenoptera: Apoidea). **American Museum Novitates**, 3476, 1–33.2005.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EU'NA, J. J. G.. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie** 40 (2009) 332–346. INRA/DIB-AGIB/EDP, www.apidologie.org DOI: 10.1051/apido/2009012. 2009.

GAGLIANONE, M. C., AGUIAR, A. J. C., VIVALLO, F.; ALVES-DOS-SANTOS, I.. Checklist of oil bees from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotrop.** 11(1a): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/en/abstract?inventory+bn0331101a>. 2011.

GARIBALDI, L. A.; CARVALHEIRO, L. G.; VAISSIÈRE, B. E.; GEMMILL-HERREN, B.; HIPÓLITO, J.; FREITAS, B. M.; NGO, H. T.; AZZU, N.; SÁEZ, A.; ÅSTRÖM, J.; JIANDONG AN.; BLOCHTEIN, B.; BUCHORI, D.; GARCÍA, F. J. C.; SILVA, F. O.; DEVKOTA, K.; RIBEIRO, M. F.; FREITAS, L.; GAGLIANONE, M. C.; GOSS, M.; IRSHAD, M.; KASINA, M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; KIILL, L. H. P.; KWAPONG, P.; NATES PARRA, G.; PIRES, C.; PIRES, V.; RAWAL, R. S.; RIZALI, A.; SARAIVA, A. M.; VELDTMAN, R.; VIANA, B. F.; WITTER, S.; ZHANG, H.. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science**, VOL 351. ISSUE 6271. 2016

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L. G.; HARDER, L. D.; AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N. P.; DUDENHÖFFER, J. H.; FREITAS, B. M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; JULIANA HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; KENNEDY, C. M.; KREWENKA, K. M.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B. A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S. G.; RADER, R.; RICKETTS, T. H.; RUNDLÖF, M.; SEYMOUR, C. L.; SCHÜEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C. H.; VIANA, B. F.; WANGER, T. C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A. M.. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. **Science**. Vol. 339, Issue 6127, pp. 1608-1611. 2013.

GARÓFALO, C. A.. Diversidade e abundância de abelhas solitárias: viabilidade e utilização como polinizadores na agricultura in: NATES-PARRA, G., M. I. GÓMEZ (eds). **Libro de**

Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D. C. Colombia 2004, pp 38-40, 2004.

GARRATT, M. P. D.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G.. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 184: 34-40. 2014.

GONZALEZ, V. H.; GRISWOLD, T.; PRAZ, C. J.; DANFORTH, B. N.. Phylogeny of the bee family Megachilidae (Hymenoptera: Apoidea) based on adult morphology. **Systematic Entomology**, 37, 261–286. 2012.

GRIGARICK, A. A.; L. A. STANGE..The pollen-collecting bees of the Anthidiini of California. **Bulletin of the California Insect Survey** 9: 1-113. 1968.

GRISWOLD T. L.; PARKER F.; HANSON P..The bees (Apidae). En: Hanson, P. E. y I. Gauld. The Hymenoptera of Costa Rica. **Oxford University Press**, Oxford, págs650 – 691. 1995.

GRISWOLD, T. L.; C. D MICHENER.. Taxonomic observations on Anthidiini of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** 61: 22–45. 1988.

GRUBER, B.; ECKEL, K.; EVERAARS, J.; DORMANN, C. F..On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. **Apidologie** (2011) 42:564–576 ©INRA, DIB-AGIB and Springer Science+Business Media B.V. 2011.

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

KLEIN, A. M; VASSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T.. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274 (1608): 303-313. 2007.

MATSUMOTO, S.; ABE, A.; MAEJIMA, T.. Foraging behavior of *Osmia cornifrons* in an apple orchard. **Scientia Horticulturae** 121 (2009) 73–79. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti. 2009.

MELO, G. A. R.; GONÇALVES, R. B.. Higher level bee classifications (Hymenoptera, Apidaesensulato).**Revista Brasileira de Zoologia** 22 (1): 153–159. 2005.

MENEZES, G. B.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; BASTOS, 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. **Revista Brasileira de Entomologia** 56: 86–94. doi:10.1590/S0085- 56262012000100014. 2012.

MESQUITA, T. M. S. **Diversidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de Cerrado**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia-MG. 2009.

MICHENER, C. D. *The Bees of the World*. 2nd Edition, **The John Hopkins University Press**, Baltimore, pág 953. 2007.

MICHENER, C. D.; T. L. GRISWOLD. The Classification of Old World Anthidiini (Hymenoptera, Megachilidae). **The University of Kansas Science Bulletin** 55: 299 – 327. 1994

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**. 17 (2); 429 – 444. 2000.

MOURE, J. M., URBAN, D.; MELO, G. A. R.. (2007) Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region, Curitiba, **Sociedade Brasileira de Entomologia**.

NATES-PARRA, G.; GONZÁLEZ, V. H.. Las abejas silvestres de colombia: por qué y cómo conservarlas. **Acta Biológica Colombiana**, Vol. 5 No 2. 2000.

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**, DOI: 10.1080/00173134.2014.931455 in: <http://dx.doi.org/10.1080/00173134.2014.931455>. 2014.

OLIVEIRA, M. O.. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. **ACTA Apicola Brasilica** - ISSN 2358-2375 - (Pombal - PB) v. 03, n.2 (ESPECIAL), p.01 – 06. 2015.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S.. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos** 120: 321–326. doi: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x. 2011.

PARIZOTTO, D. R.; MELO, G. A. R... Nests of bees of the anthidiine genus *Ananthidium* Urban (Hymenoptera, Apidae, Megachilinae). **Journal of Hymenoptera Research** 47: 115–122. 2015.

PIRES, E. P.; POMPEU, D. C.; SOUZA-SILVA, M.. Nidificação de vespas e abelhas solitárias (hymenoptera: aculeata) na reserva biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 28, n. 2, p. 302-311. 2012.

PITTS-SINGER, T. L. & CANE, J. H.. The Alfalfa Leafcutting Bee, Megachilerotundata: The World's Most Intensively Managed Solitary Bee. *Annu. Rev. Entomol.* 2011.56:221–237. Downloaded from www.annualreviews.org by Universidade Federal do Ceara on 09/30/14. For personal use only. 2011.

ROUBIK W.D. *Ecology and natural history of tropical bees*. **Cambridge University Press**, New York, pág 520. 1989.

SCHULZEA, J., OESCHGER, L., GROSS, A., MUELLER, A., PETER STOLL, P., ERHARDT, A.. Solitary bees – Potential vectors for gene flow from cultivated to wild strawberries. **Flora** 207 (2012) 762–767. 2012.

SEDIVY, C., DORN, S.. Towards a sustainable management of bees of the subgenus *Osmia* (Megachilidae; *Osmia*) as fruit tree pollinators. **Apidologie** (2014) 45:88–105. INRA, DIB and Springer-Verlag France, 2013 DOI: 10.1007/s13592-013-0231-8. 2014.

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

URBAN, D. & J. S. MOURE..Anthidiini Ashmead, 1899, p. 875–913. In: J. S. Moure, D. Urban, G. A. R. Melo (Orgs.). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Curitiba, **Sociedade Brasileira de Entomologia**, xiv + 1058 p. 2007.

URBAN, D.; MOURE, J. S.. Anthidiini Ashmead, 1899. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs.). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. **Sociedade Brasileira de Entomologia**. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Feb/21/2016. 2012.

URBAN, D.. *Ananthidium*, um gênero novo de *Dianthidiini* neotropical (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 7 (J -2) :73-78. 1990.

URBAN, D.. Espécies novas de *Epanthidium* Moure e de *Austrostelis* Michener & Griswold (Hymenoptera, Apidae, Megachilinae). **Revista Brasileira de Entomologia** 50(1): 43-48. 2006.

URBAN, D.. *Melostelis* gen. nov., espécies novas e notas complementares sobre Anthidiini (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 55(2): 219–225. 2011.

URBAN, D.. O gênero *Anthidium* Fabricius na América do Sul: chave para as espécies, notas descritivas e de distribuição geográfica (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini). **Revista Brasileira de Entomologia** 46(4): 495-513. 2002.

URBAN, D.; MOURE, J. S..Anthidiini Ashmead, 1899. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs.). **Catalogue of Bees** (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Oct/15/2014. 2012.

VICENS, N., BOSCH, J.. Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, 29(3):413-420. 2000. Published By: Entomological Society of America DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-29.3.413> URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/0046-225X-29.3.413>. 2000.

ZANELLA, F. C. V.; ANDRÉ G. FERREIRA, A. G.. Registro de Hospedeiro de *Austrostelis* Michener & Griswold (Hymenoptera: Megachilidae) e de sua Ocorrência na Caatinga. **Neotropical Entomology** 34(5):857-858. 2005.

Capítulo - II

BIONOMIA E COMPORTAMENTO DE NIDIFICAÇÃO DA ABELHA
EPANTHIDIUM TIGRINUM (HYMENOPTERA – MEGACHILIDAE) EM
NINHOS-ARMADILHA

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo estudar a espécie *Epanthidium tigrinum* (SCHROTTKY, 1905) e sua nidificação em cavidades pré-existentes, descrever sua bionomia ciclo biológico e identificar os tipos florais visitados por essa abelha. Ninhos-armadilha confeccionados de cartolina preta foram inseridos em blocos de madeira e colocados em locais cobertos, protegidos do sol e da chuva. Observações diárias foram realizadas em dezesseis ninhos, sendo que, desses, cinco abelhas foram marcadas com tinta atóxica para acompanhamento do comportamento de nidificação, desde a fundação do ninho até o fechamento dele. Os ninhos concluídos foram mantidos em B.O.D. até a emergência das abelhas adultas, quando foi observada a razão sexual. O material residual das células pós-emergência foi coletado para análises cropalinológicas e identificação da dieta dos indivíduos. Um casal de abelhas emergido de cada ninho foi sacrificado em acetato de etila, e as abelhas montadas e enviadas para identificação por especialistas. Os resultados mostraram que as abelhas *E.tigrinum* nidificaram nos ninhos armadilha durante todo o período experimental, mas a disponibilidade de resina vegetal mostrou-se um fator limitante para a confecção dos ninhos. Também foi observada correlação negativa com a temperatura para o número de ninhos ($r_s = -0.639$; $p = 0.034$) e para o número de células ($r_s = -0.702$; $p = 0.016$) construídos. Sessenta e sete abelhas emergiram dos 16 ninhos observados, sendo 37 machos e 30 fêmeas, resultando em uma razão sexual de 1,2:1 e uma mortalidade de 18,5%. O número de ninhos construídos por abelha variou de 1 a 4, com uma média de 1,6 ninhos, e número de células médio de $5,06 \pm 2,32$ por ninho, apresentando tamanho médio de $7,97\text{mm} \pm 1,31\text{mm}$. As abelhas demoraram $15,44 \pm 5,93$ dias para concluir um ninho e as crias levaram em média $43,69 \pm 4,64$ dias até emergir. As fêmeas iniciavam o forrageio às $7:50 \text{h} \pm 30\text{min}$ e permaneciam ativas até as 16h. As abelhas se mantiveram dentro do ninho em média $9 \pm 7\text{min}$ e em campo $19 \pm 5\text{min}$. Nos horários matutinos essas abelhas coletavam pólen e à tarde coletavam resina, sendo que o maior fluxo nos ninhos ocorria por volta das 14h. A análise cropalinológica realizada mostrou 27 espécies de plantas que constituíram a dieta de *E. tigrinum*, sendo que os tipos de pólen de *Byrsonima crassifolia* e *Vigna sinensis* foram os mais importantes, com 68,39% e 15,36% do total, respectivamente.

Palavras chave: Abelha solitária. Anthidiini. Ciclo biológico. Criação de abelha. Dieta de abelha. Recursos florais.

ABSTRACT

This work aims to study the species *Epanthidium tigrinum* (SCHROTTKY, 1905) and their nesting in pre-existing cavities, describe their bionomics and the biological cycle and identify the floral types visited by these bees. Trap nests made of black paper were placed on wooden blocks and placed in covered places protected from the sun and rain. Daily observations were made for sixteen nests and, out of these, five bees were marked with non-toxic paint to monitor their nesting behavior, from the nest foundation to the closing of it. Completed nests were kept in B.O.D. until the emergence of adult bees, where the sex ratio was observed. The residual material of the postemergence cells was collected for analysis and crop palynological identification of the diet of individuals. A couple of emerged bees from each nest were sacrificed in ethyl acetate, and the bees assembled and sent for identification by experts. The results showed that the *E.tigrinum* bees nested in the trap nests throughout the trial period, but the availability of plant resin proved to be a limiting factor to the production of the nests. It was also observed a negative correlation with temperature per number of nests ($r_s = -0,639$, $p = 0.034$) and the number of cells ($r = -0,702$, $p = 0.016$) built. Sixty-seven bees emerged from 16 nests observed, with 37 males and 30 females, resulting in a sex ratio of 1.2: 1 and a mortality rate of 18.5%. The number of nests per bee ranged from 1 to 4 with an average of 1.6 nests and the average cell number of 5.06 ± 2.32 per nest, with average size of $7,97\text{mm} \pm 1,31\text{mm}$. Bees took 15.44 ± 5.93 days to complete a nest and the young took an average of 43.69 ± 4.64 until they emerged. Females started the foraging at $7:50 \text{ h} \pm 30$ minutes and remained active until 4p.m. The bees were kept inside the nest on average of 9 ± 7 min and on field for 19 ± 5 minutes. In the morning hours these bees collected pollen and in the afternoon they collected resin, and the increased flow in nests occurred around 2p.m. The crop palynological analysis showed 27 species of plants that were the *E. tigrinum* diet, and the pollen *Byrsonima crassifolia* and *Vigna sinensis* were the most important, with 68.39% and 15.36% of the total, respectively.

Keywords: Anthidiini. Bee diet. Bee breeding. Floral resources. Life cycle. Solitary bee.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que existam de 25000 a 30000 espécies de abelhas no mundo, sendo que cerca de 85% delas possui hábito de vida solitário (ROUBIK, 1989; GRISWOLD *et al.*, 1995). Apesar do grupo de abelhas solitárias ser tão bem representado em números, os estudos sobre seus hábitos de nidificação e ciclo biológico são escassos e restritos a poucas espécies. No entanto, muitas dessas abelhas possuem potencial para uso na agricultura como agentes polinizadores, como são os casos de abelhas dos gêneros *Xylocopa* e *Centris*, eficientes polinizadores em culturas de maracujá (*Passifloraceae*) (SILVA *et al.*, 2007; FREITAS, OLIVEIRA-FILHO, 2003), acerola (*Malpighia emarginata* DC) (VILHENA, AUGUSTO, 2007; MAGALHÃES, FREITAS, 2013) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) (FREITAS, PAXTON, 1996).

Algumas espécies da família Megachilidae já são utilizadas na polinização de cultivos de pera (*Pyrus communis* L.), maçã (*Malus domestica* Borkh), amêndoas (*Prunus amygdalus* Dulcis), cereja (*Prunus avium* L.), damasco (*Prunus armeniaca* L.), pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch) e alfafa (*Medicago sativa* L.) em países da União Europeia, Canadá, Estados Unidos e Japão (MATSUMOTO *et al.*, 2009; PITTS-SINGER, CANE, 2011; SEDIVY, DORN, 2013; SHEFFIELD, 2014).

A família Megachilidae é um grupo muito diversificado de abelhas com ocorrência mundial, sendo constituída pelas subfamílias Fideliinae e Megachilinae, esta composta pelas tribos Osmiini, Dyoxini, Lithurgini, Anthidiini e Megachilini, possuindo mais de 4000 espécies descritas, principalmente de comportamento solitário (NATES-PARRA, GONZALEZ, 2000; MICHENER, 2007). Essas abelhas são facilmente diferenciadas devido a características morfológicas distintas, de modo que a principal delas é a presença de uma escopa ventral e consequente ausência da escopa nas pernas posteriores (SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER, 2007).

No Brasil, a família Megachilidae é representada apenas pela subfamília Megachilinae, sendo que das tribos constituintes apenas Lithurgini, Anthidiini, Megachilini possuem espécies descritas no território (SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER, 2007). Dentre esses, os Anthidiini formam um grupo diversificado que ocorre em todos os continentes, portanto com uma ampla distribuição geográfica. Apesar disso, frequentemente apresentam diversidade e abundância pouco expressivas localmente (SILVEIRA *et al.*, 2002; MICHENER 2007).

Os Anthidiini fazem seus ninhos em cavidades pré-existentes na madeira, no solo ou expostas sobre rochas, ramos ou folhas (MORATO, CAMPOS 2000; MICHENER 2007). Os materiais utilizados na construção dos ninhos apresentam grande diversidade, variando de acordo com os gêneros e espécies. Algumas abelhas coletam fibra vegetal para revestir as células; outras utilizam resina, frequentemente associada a outros materiais como pedrinhas, pedaços de folhas ou barro, embora os hábitos de nidificação dessas abelhas ainda sejam pouco conhecidos e as informações a esse respeito são baseadas apenas em grupos que nidificam em ninhos-armadilha (ALVES-DOS-SANTOS, 2004; ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2004; CAMAROTTI-DE-LIMA, MARTINS, 2005). No entanto, ainda existem poucos dados biológicos e ecológicos sobre os Anthidiini no Brasil (CAMAROTTI-DE-LIMA, 2005)

Dentre os Anthidiini que utilizam resinas na confecção de seus ninhos, encontram-se as abelhas do gênero *Epanthidium*, com 23 espécies neotropicais (PARIZOTTO, 2011; URBAN, MOURE, 2012). A resina usada por essas abelhas é secretada por plantas, coletada ainda na forma viscosa e levada pela fêmea na mandíbula até o ninho. Embora suas características químicas sejam pouco conhecidas, sabe-se que essas resinas apresentam propriedades fungicidas e bactericidas (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2004).

Informações sobre a interação entre essas abelhas e as fontes de alimento não são bem descritas na literatura, e apesar de espécies terem sido relatadas como visitantes florais e potenciais polinizadores de cultivos agrícolas, pouco se sabe sobre sua efetividade como agente polinizador (FREITAS *et al.* 2014 a).

No presente estudo, objetivou-se descrever o ciclo biológico e comportamento de nidificação da abelha *Epanthidium trigrinum* (SCHROTTKY, 1905) (Hymenoptera – Megachilidae) em ninhos-armadilha e, com base em análises cropalinológicas, identificar as espécies botânicas que são utilizadas como fontes de recursos.

Dada a importância dessas informações para a conservação e a criação dessas abelhas, as seguintes questões foram avaliadas: I – Como se caracteriza o comportamento de nidificação das fêmeas; II – Durante a atividade de nidificação, qual a quantidade de ninhos fundados pelas fêmeas e qual a razão sexual observada; III – Como se processam a natalidade e a mortalidade das abelhas em ninhos-armadilha; IV – Qual a origem botânica do material polínico usado na dieta dos imaturos.

Esses dados tornam possível a ampliação dos conhecimentos sobre os requerimentos de nidificação dessas abelhas, bem como a obtenção de informações que fornecem subsídios para o desenvolvimento de técnicas de manejo para a manutenção dessas populações nativas e possível introdução como polinizador em cultivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (Latitude: 3°44'33.70"S; Longitude: 38°34'45.46"O), no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015 (FIGURA 1). O clima local caracteriza-se como Aw' pela classificação de Köppen (1918), tropical quente subúmido, com período chuvoso ocorrendo de janeiro a maio, pluviosidade média de 1338,0 mm e temperaturas médias de 26°C a 28°C (IPECE, 2015; FUNCEME, 2015).

A área apresenta uma pequena porção de Mata de Tabuleiro circundando o local onde é possível encontrar algumas espécies de plantas frutíferas nativas e exóticas, como coqueiro (*Cocos nucifera* L.), mangueira (*Mangifera indica* L.), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) e muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.).

Figura 1. Área experimental: Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.



2.2. Ninhos-armadilha e amostragem

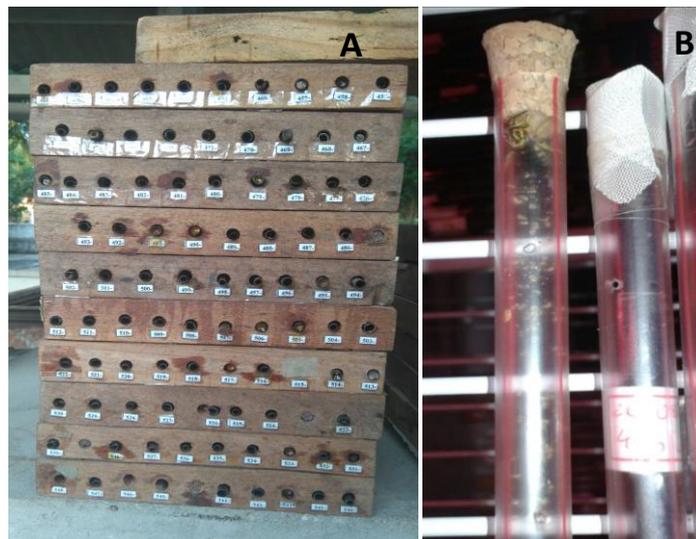
Os ninhos-armadilha foram confeccionados com cartolina preta, a partir de um comprimento de 12 cm e 4,5 e 5,5 mm de diâmetro. Inicialmente, foram utilizados apenas

ninhos com diâmetro de 5,5 mm; contudo, devido à ocorrência de uma alta competição com outras espécies de abelhas e vespas, passou-se a utilizar ninhos de diâmetros menores, com 4,5 mm. Esses ninhos foram distribuídos de forma casualizada em seis blocos de madeira, totalizando 354 cavidades, e instalados em estruturas onde permaneceram protegidos da chuva e do sol.

Diariamente, os ninhos-armadilha (NA) foram vistoriados e, quando concluídos, foram removidos, etiquetados e acondicionados individualmente em tubos de plástico transparentes, fechados com voal e rolha de cortiça (FIGURA 2). Os tubos contendo os NA concluídos foram encaminhados para o Laboratório de Análises do Setor de Abelhas, onde eram mantidos dentro de B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) a 27°C e umidade relativa de 60%, até a emergência dos adultos. Um macho e uma fêmea de cada ninho foram sacrificados em acetato de etila e encaminhados para identificação por especialista. Os ninhos concluídos foram substituídos por outros vazios do mesmo diâmetro, a cada monitoramento, para garantir que sempre houvesse disponibilidade de ninhos.

Durante o experimento, notou-se um comportamento de saqueamento entre as abelhas *Epanthidium tigrinum*, o que acabou resultando em altos índices de abandono dos ninhos. Para evitar essa evasão, foi fornecida uma mistura de resina e cera de meliponíneos, mesmo material utilizado para fechar os ninhos-armadilha. Essa mistura foi coletada de ninhos de abelhas *Melipona subnitida* e *Scaptotrigona* sp. nov., presentes no Meliponário do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. O material foi fornecido para as abelhas logo após ser coletado, por meio da distribuição de pequenas porções em torno dos ninhos-armadilha.

Figura 2. Ninhos armadilhas e acondicionamento dos ninhos de *Epanthidium tigrinum* coletados no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015: (A) detalhe dos ninhos-armadilhas utilizados (B) abelha *Epanthidium tigrinum* emergindo nos tubos de plástico e detalhe do material utilizado para fechá-los. Fonte: Autor.

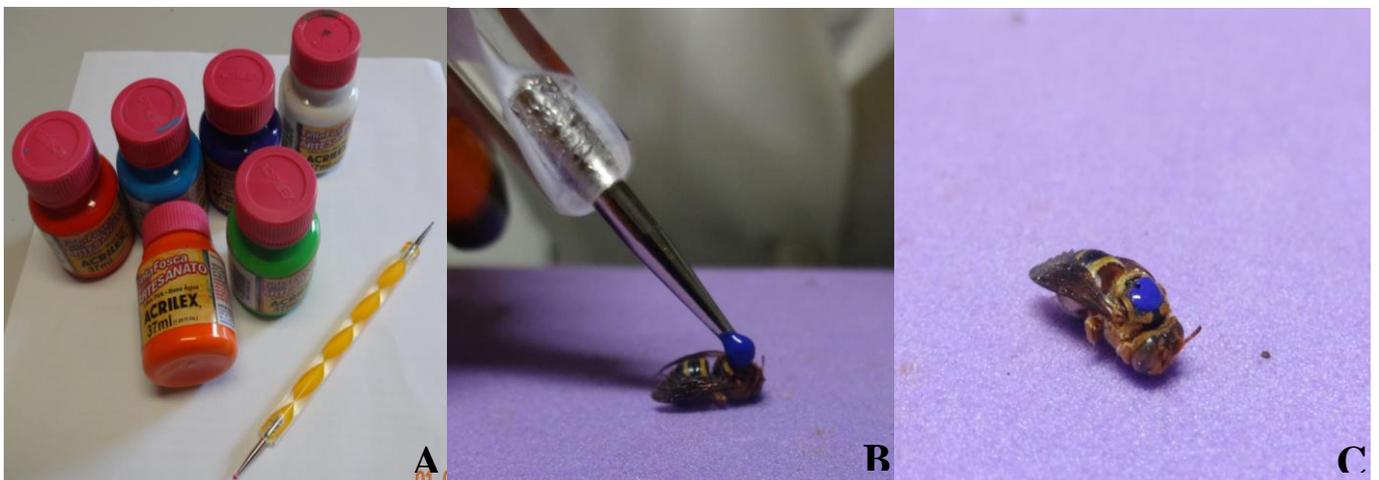


2.3. Comportamento de nidificação

Cinco fêmeas de *Epanthidium tigrinum* foram marcadas com tinta atóxica (FIGURA 3) quando iniciavam a construção do ninho. As abelhas foram capturadas na entrada dos ninhos-armadilha com o auxílio de tubo Falcon e colocadas no freezer até adormecerem para, em seguida, serem marcadas com tinta acrílica atóxica através de um boleador, e liberadas de volta ao ninho. Cada abelha foi monitorada por um período de cinco dias. As observações foram feitas durante todo o dia, iniciando-se às 5:00h e sendo finalizadas às 18:00h, a fim de que fosse analisado o comportamento dessas abelhas quanto ao horário de início de forrageio, ao tempo de permanência dentro do ninho, ao tempo de permanência no campo, aos recursos coletados e ao tempo de conclusão de célula.

Posteriormente, após o fim das observações, essas abelhas receberam nova identificação, que consistiu de etiqueta numerada confeccionada em papel A4. As etiquetas foram fixadas na parte dorsal do tórax, entre as asas, utilizando cola da marca Superbonder LOCTITE®. O procedimento foi feito de forma muito cuidadosa, tendo em vista evitar que as abelhas fossem machucadas. Elas então continuaram a ser monitoradas, para que fosse determinada a quantidade de ninhos fundados por cada fêmea; o número e tamanho de células construídas; o tempo de construção dos ninhos e emergência das crias; a razão sexual e a taxa de mortalidade e parasitismo.

Figura 3. Detalhes do procedimento de marcação de abelhas *Epanthidium tigrinum* com tinta atóxica, realizado no Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro 2014 a outubro de 2015: (A) material utilizado (B) procedimento de marcação (C) abelha marcada.



2.4. Análise da dieta

Após a emergência das abelhas foram obtidos os resíduos das células. Esses resíduos, ou seja, as fezes do imaturo, foram coletados individualmente e acondicionados em tubos tipo Falcon, com 2 ml de solução de álcool a 70%. A partir desses resíduos, foram feitas análises cropopalinológicas através do método de acetólise de Erdtman (1960), seguindo o protocolo estabelecido por Silva *et al.* (2014), que é utilizado para preparar os grãos de pólen para estudo. Posteriormente, foram adicionados 2 ml de uma mistura de água destilada e glicerina (1:1), permanecendo assim até a elaboração das lâminas.

A partir do material acetolizado foram montadas duas lâminas de cada amostra para análise quantitativa e qualitativa e identificação botânica dos tipos polínicos. A análise qualitativa dos 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. Utilizou-se também literatura especializada (MIRANDA, ANDRADE, 1990; SILVA *et al.*, 2010; BAUERMANN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014).

Para as análises quantitativas foram contados 400 grãos de pólen em cada amostra (MONTERO, TORMO, 1990) sendo, em seguida, determinadas as porcentagens e classes de ocorrência de acordo com a classificação proposta por Barth (1970) e Louveaux *et al.* (1970, 1978) na qual o pólen dominante encontra-se acima de 45% do total de grãos de pólen presentes na lâmina; o pólen acessório de 15 a 45%; o pólen isolado importante de 3 a 15% e o pólen isolado ocasional abaixo de 3%.

2.5. Análises estatísticas

Para os dados de nidificação, sazonalidade, quantidade de ninhos fundados por cada fêmea, número e tamanho de células construídas, tempo de construção, emergência, razão sexual, taxa de mortalidade e parasitismo foram utilizadas estatísticas descritivas.

Para os dados da dieta, além do número de espécies florais utilizadas, foram calculados os índices de Shannon, de Pielou e de Berger-Parker.

- Índice de Shannon (H'): foi utilizado para determinar a diversidade de fontes florais utilizadas por mês. O índice é dado 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

- Índice de Pielou (J'): foi utilizado para representar, mensalmente, a uniformidade da distribuição da abundância das fontes florais entre as espécies. Ele é calculado pela fórmula: $P' = \frac{H'}{H_{max}}$

Onde: $H_{max} = \ln(S)$

H' é o Índice de Shannon

S é o número total de espécies

- Índice de Berger-Parker (D): foi utilizado para determinar a dominância de determinadas espécies na dieta mensal. O índice é dado pela fórmula:

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

Onde: N_{max} é o número de indivíduo da espécie mais abundante

N é o número total de indivíduos amostrados

Para determinar se houve relação entre os fatores climáticos (temperatura, umidade, precipitação e velocidade do vento) com o fluxo de saída e entrada das abelhas e o número de ninhos e células construídos, foi realizado o teste de Correlação de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram normalidade. Para realizar as análises, utilizou-se programa estatístico PAST 2.17.

3. RESULTADOS

3.1. Sazonalidade e nidificação

3.1.1. Sazonalidade

Durante todo o período experimental houve ocupação de ninhos-armadilha por abelhas *Epanthidium tigrinum* (FIGURA 4). Contudo, durante os primeiros meses, essas abelhas dificilmente completavam seu ciclo biológico, pois a maioria abandonava os ninhos sem construir nenhuma célula.

Dois fatores podem ter contribuído para a baixa quantidade de ninhos nesse período: a competição com outras abelhas e vespas pelos locais de nidificação e um comportamento pilhador entre essas abelhas que saqueavam resina, cera e óleos de ninhos de abelhas da mesma espécie e também de outras espécies, algumas chegando a destruir totalmente o ninho saqueado.

Visando minimizar esses fatores, foram introduzidos no decorrer do experimento ninhos-armadilha com diâmetros de 4,5mm, para que fosse impedida a nidificação de abelhas *Centris analis*, a principal competidora das abelhas *E. tigrinum* na área de estudo. Além disso, ofertou-se resina de meliponíneos para as *E. tigrinum*, evitando que saqueassem os ninhos umas das outras, podendo, assim, completar seus ciclos de nidificação.

Não houve correlação estatística significativa ($p < 0,5$) da precipitação e temperatura com a ocupação dos ninhos. Contudo, o maior número de ocorrência dessas abelhas se deu nos meses de julho e agosto, após o período chuvoso (FIGURA 4). Quando se avaliou a correlação entre os fatores climáticos com o número de ninhos fundados e com a quantidade de células construídas, observou-se uma correlação negativa com a temperatura ($r_s = -0.639$; $p = 0.034$) para número de ninhos e para número de células ($r_s = -0.702$; $p = 0.016$) (FIGURA 5).

Figura 4. Nidificação de abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha em função da temperatura e precipitação pluvial, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015, no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

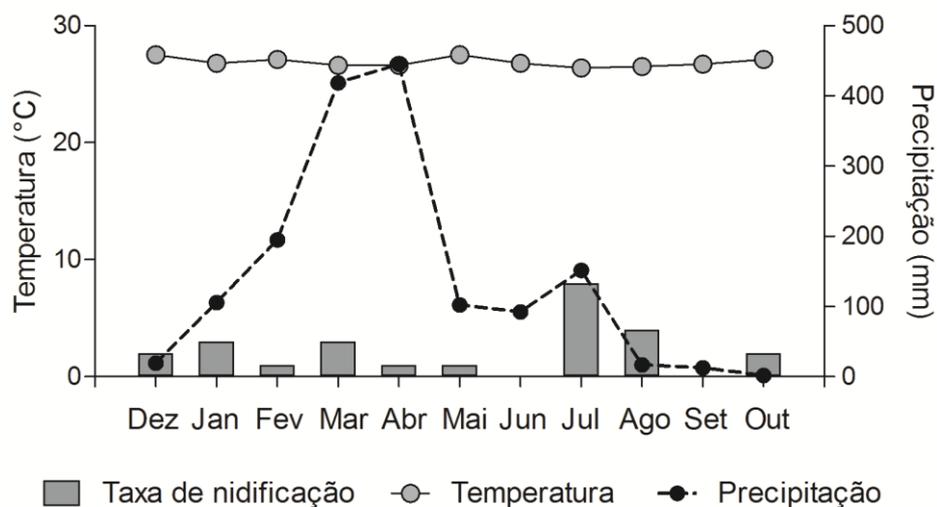
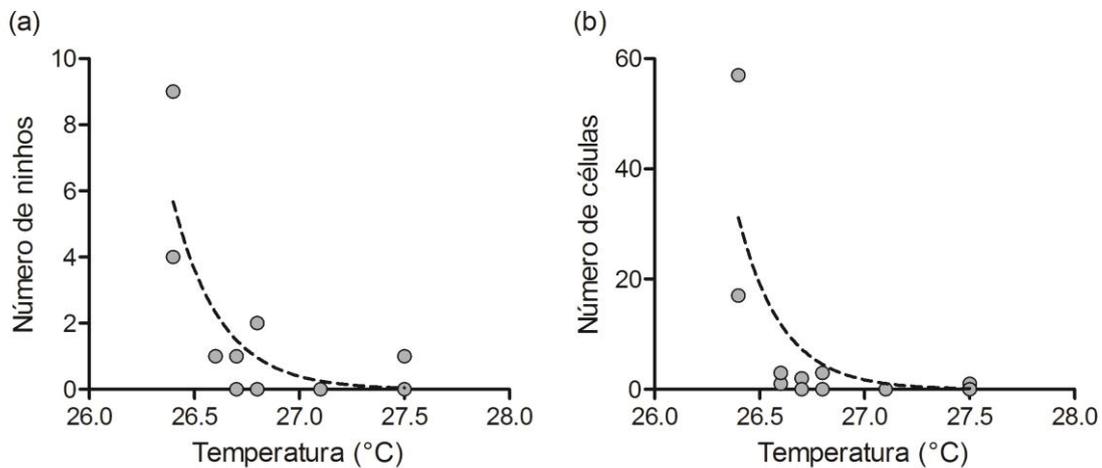


Figura 5. Correlação entre temperatura e (a) número de ninhos fundados e (b) número de células construídas por abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015.



3.1.2. Nidificação

Durante o período experimental, 16 ninhos foram concluídos, pertencentes a 10 abelhas diferentes, com a distribuição variando de 1 a 4 ninhos por abelha ($1,6 \pm 0,97$). Desses ninhos emergiram 67 indivíduos (37 machos e 30 fêmeas) (TABELA 1) resultando em uma razão sexual de 1,2:1. Não houve ocorrência de parasitas nos ninhos observados, sendo o não desenvolvimento das larvas o maior responsável pela mortalidade, o que resultou em um índice de mortalidade de 18,5%. Outro fator responsável pela mortalidade foi o ataque de formigas que ocorreu em dois ninhos.

As fêmeas construíram suas células de forma linear, seguindo o formato dos ninhos-armadilha e utilizando principalmente resina, que algumas vezes era misturada à areia ou barro, pois os ninhos foram construídos em ninhos anteriormente ocupados por vespas ou outras abelhas (*Centris analis* e *Tetrapedia diversipes*).

As abelhas levaram um dia para construir uma célula, iniciando à tarde a coleta de resina e, na manhã seguinte, coletando pólen e néctar antes de ovopositarem. Finalizada a célula, reiniciavam o ciclo. Em cinco ninhos foi observada a ocorrência de células vestibulares, que correspondem a células vazias, com tamanho maior do que uma célula normal e localizada antes da parede de fechamento, apresentando tamanho médio de $28,66 \pm 9,10$ mm (FIGURA 6).

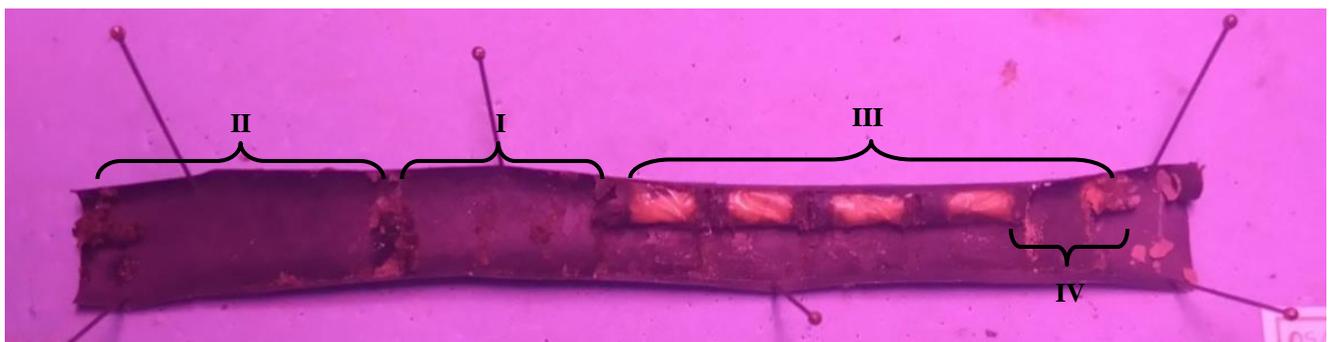
As abelhas demoraram em média $15,44 \pm 5,93$ dias para concluírem um ninho. Das primeiras células construídas, ou seja, as mais internas, emergiram machos, e das células

mais externas emergiram as fêmeas, sendo que estas foram as primeiras a emergirem. Os tamanhos das células variaram independente do sexo das abelhas, apresentando tamanho médio de $7,97 \pm 1,31$ mm. As crias levaram um tempo médio de $43,69 \pm 4,64$ dias para emergirem.

Tabela 1. Dados de ninhos de *Epanthidium tigrinum* coletados em ninhos-armadilha, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015, no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Abelhas	Número de células	Abelhas emergidas		Tempo de construção (dias)	Tempo de emergência (dias)	Distância fechamento (mm)	Vestíbulo (mm)
		♂	♀				
1	6	1	4	11	46	24,67	-
1	6	4	0	19	48	38,62	17,61
2	5	2	2	11	43	20,35	-
2	5	2	2	17	43	20,91	29,75
3	5	4	0	15	49	23,3	42,44
3	9	1	4	17	44	21,13	-
5	9	5	3	25	40	31,62	29,06
6	6	2	3	25	36	17,56	24,45
7	6	3	3	15	43	20,35	-
8	6	3	3	12	49	13,98	-
10	7	3	3	14	43	23,51	-
10	2	1	0	7	49	64,75	-
10	2	2	0	15	45	26,52	-
10	2	1	1	7	44	21,02	-
11	2	1	1	11	45	26,31	-
12	3	2	1	26	32	31,31	-
Total		37	30				

Figura 6. Detalhe de um ninho de *Epanthidium tigrinum* coletado no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015: I – Célula vestibular; II – Distância do fechamento; III – Área de ninho; IV – Célula não desenvolvida.



3.2. Comportamento de nidificação

As abelhas *Epanthidium tigrinum* observadas iniciaram o forrageio, em média, às 07:50h \pm 30 min. No período da manhã essas abelhas coletaram pólen e néctar, e no período da tarde resina. Esse comportamento de coleta foi influenciado pela temperatura e umidade relativa do ar, bem como pelo estágio de construção do ninho, já que as abelhas sempre iniciavam essa construção coletando resina, independentemente do horário em que escolheram o local de nidificação definitivo.

As abelhas permaneceram em atividade até às 16h, embora tenha ocorrido uma ocasião de observação em que uma abelha tenha encerrado suas atividades às 16:51h. As abelhas permaneceram dentro do ninho em média por 9 ± 5 min, e no campo permaneceram em média 19 ± 7 min, tempo que variou de acordo com o recurso coletado. A maior movimentação de abelhas nos ninhos se deu no horário das 14h, coincidindo com o maior fluxo de coleta de resina, havendo no restante dos horários uma maior constância no fluxo (FIGURA 7).

Um comportamento que interferiu bastante nos horários foi a troca de coleta de recursos que, de acordo com as observações, tratava-se do período de ovoposição, que em geral coincidia com a última coleta de pólen, mas que em alguns casos ocorreu após a primeira ou a segunda coleta de resina. Nesse momento, as abelhas chegaram a passar mais de 1h no interior do ninho, em seguida saindo e retornando, fazendo voltas na entrada do ninho sem voar. Por fim, posicionavam-se bem próximas à entrada, com as antenas algumas vezes fora do ninho, e permaneciam assim até retornarem aos voos de forrageamento.

As viagens matinais de coleta de pólen de *Epanthidium tigrinum* chegaram a durar mais de 1 hora em alguns dias de observação. Durante dois dias, duas abelhas demoraram mais de 2h no campo. Esse tempo variou com o período das coletas. A primeira coleta diária realizada por essas abelhas sempre foi a mais demorada, variando de 15 min a 2h e 30 min, quando comparada às demais coletas do dia.

Nos dias de observação em que ocorreu precipitação, o comportamento de forrageio foi afetado, tornando as viagens ainda mais longas. Caso esses indivíduos estivessem no campo, só retornavam ao ninho quando o sol voltava a aparecer. O pólen coletado, carregado na escopa abdominal, apresentou-se bem perceptível devido à coloração amarelada.

O comportamento observado quando essas abelhas chegavam do campo pode ser descrito da seguinte maneira: primeiro entravam diretamente no ninho, com a cabeça voltada

para a parte interna, e em seguida saíam do ninho com o abdômen voltado para fora. Essas abelhas realizavam uma volta sem realizar voo e regressavam para o ninho ainda com o pólen na escopa, mas agora com o abdômen voltado para o interior do ninho, e só depois disso realizavam o depósito do recurso na célula. Esse “passeio” só era realizado quando as abelhas coletavam pólen, e demorava de 1 a 5 min para ser concluído.

As viagens de coleta de resina foram mais rápidas e duraram no máximo 30 min, quando as abelhas iam ao campo buscar o recurso. Contudo, na maioria dos casos voltavam vazias e acabavam coletando a resina fornecida, de modo que as viagens eram ainda mais curtas, variando de 1 a 5 min apenas.

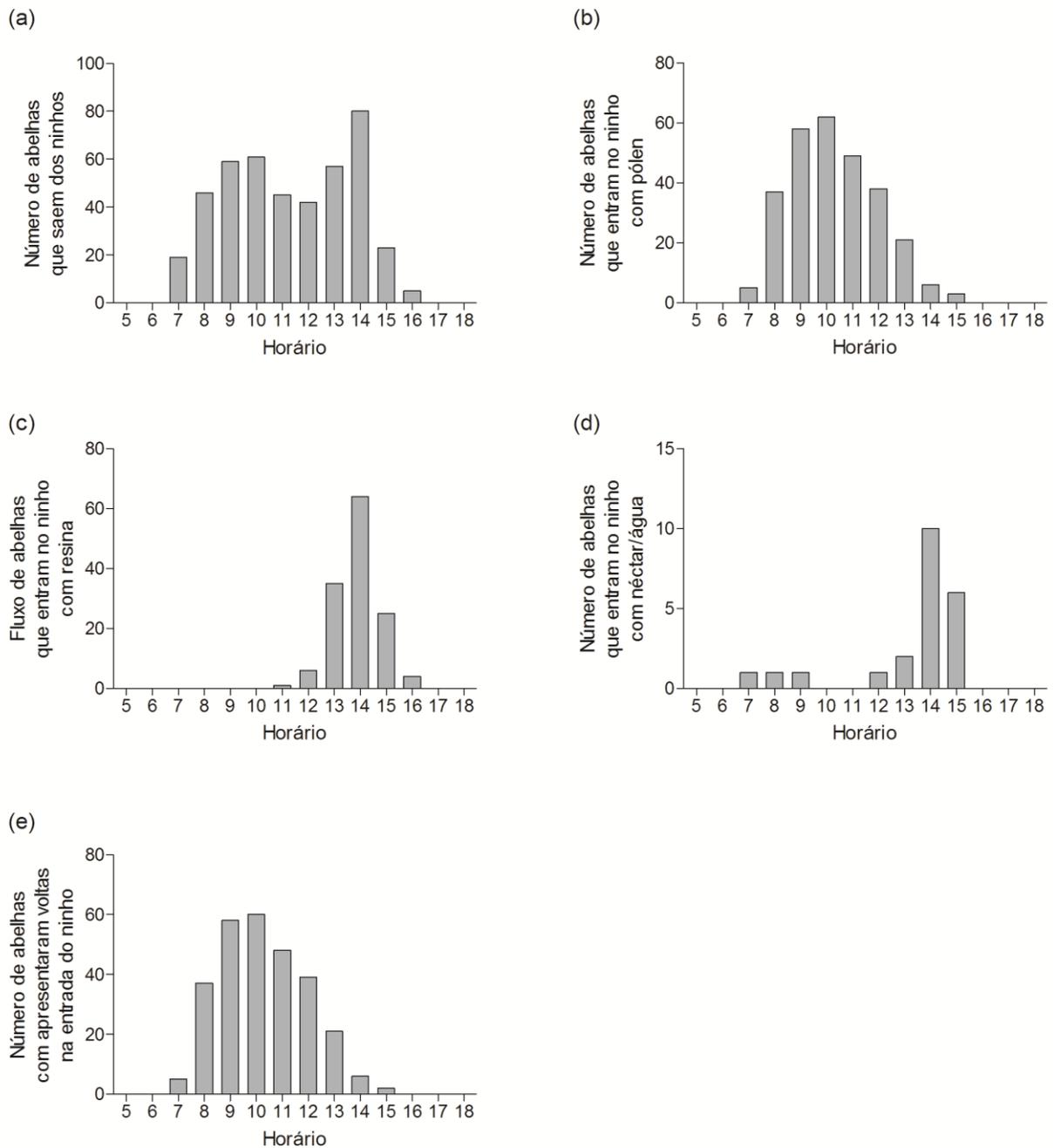
A permanência das abelhas no ninho variou bastante, no geral 1 a 11 min, embora algumas tenham chegado a permanecer no ninho até 42 min entre as coletas. As observações sugeriram que os indivíduos coletavam resina e a depositavam rapidamente no interior do ninho, só moldando-a quando coletavam toda a resina necessária no fim do horário de forrageio. Somente em alguns casos essas abelhas trabalhavam um pouco essa resina entre as coletas. A coleta era bem perceptível ao observador, pois as abelhas traziam a resina presa à mandíbula em forma de bolotas volumosas.

Apenas as coletas de pólen apresentaram uma correlação negativa com a umidade e a precipitação (TABELA 2). A coleta de resina não foi influenciada, pois as abelhas utilizavam principalmente a resina de meliponíneo oferecida, e esta estava disposta nas proximidades dos ninhos armadilha em ambiente protegido, o que impedia a interação dessas abelhas com o ambiente no momento da coleta.

Tabela 2. Correlação da saída de abelhas, entrada de pólen, entrada de resina, entrada de néctar/água e comportamento de voltinha com variáveis climáticas de abelhas *Epanthidium tigrinum* em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro 2014 a outubro de 2015. Onde rs valor da correlação e p significância.

	Temperatura		Umidade		Precipitação		Vel. vento	
	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p
Saída	0,201	0,335	-0,319	0,120	-0,154	0,462	0,003	0,990
Pólen	0,340	0,097	-0,477	0,016	-0,481	0,015	-0,301	0,143
Resina	-0,062	0,767	0,126	0,548	0,260	0,210	0,186	0,372
Nectar/Água	-0,131	0,531	-0,045	0,830	-0,071	0,735	0,205	0,326
“Voltinha”	0,348	0,088	-0,481	0,015	-0,440	0,028	-0,297	0,149

Figura 7. Fluxo de abelhas *Epanthidium tigrinum* e coleta de recursos em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a outubro de 2015. a) Saída das abelhas do ninho; b) Entrada de pólen; c) Entrada de resina; d) Entrada com néctar/água; e) Número de voltas dadas na entrada do ninho.



3.3. Análise da dieta

A análise cropopalinológica realizada mostrou que *Epanthidium tigrinum* coletou recursos de 27 espécies de plantas pertencentes a treze famílias botânicas: Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Portulacaceae e Rubiaceae. As famílias mais representativas ao longo do período experimental foram Malpighiaceae e Fabaceae. Dessas famílias, os gêneros mais importantes foram *Byrsonima* e *Vigna* (FIGURA 8).

Durante todos os meses, o pólen de *Byrsonima crassifolia* foi dominante na dieta das abelhas, correspondendo a 68,39% de todo pólen coletado. Outro tipo polínico que se destacou foi o de *Vigna sinensis*, que foi classificado como pólen acessório, com 15,36% do total. Os demais tipos polínicos foram caracterizados como ocasionais, com representatividade muito baixa, exceto o pólen de *Anacardium occidentale*, que foi classificado como isolado importante com 3,71% do total.

Alguns tipos polínicos apresentaram maior representatividade quando analisados mensalmente. É o caso do pólen de *Anacardium occidentale*, *Tecoma stans*, *Dalechampia* sp., *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Psidium guajava* (TABELA 3).

O mês de março foi o único onde não houve dominância e os pólenes mais representativos foram classificados como acessórios, destacando-se as espécies: *Anacardium occidentale* (31,75%), *Dalechampia* sp. (19,25%), *Psidium guajava* (16,75%) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (15,50%).

As análises estatísticas realizadas mostram que janeiro e julho foram os meses que apresentaram a maior riqueza de espécies. O mês de março foi o mais diverso ($H' = 1,858$). O mês de setembro apresentou menores índices de diversidade: menor diversidade ($H' = 0,664$), menor equabilidade ($J' = 0,341$) e, conseqüentemente, maior dominância ($D = 0,820$). O mês de julho, apesar de apresentar-se rico em espécies, apresentou um dos menores índices de diversidade e um dos maiores de dominância, isso devido à distribuição dominante do pólen (TABELA 3).

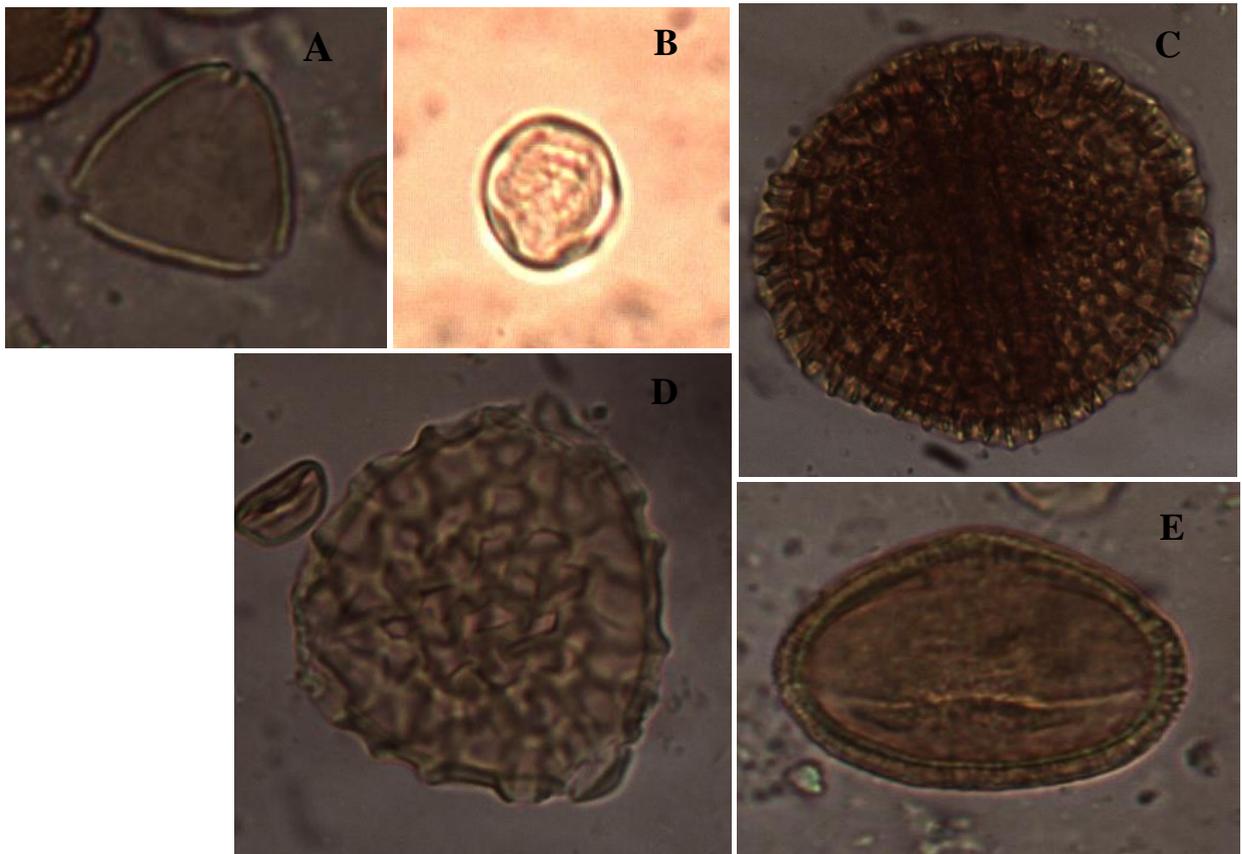
Tabela 3. Percentuais de tipos polínicos e índices de diversidade mensais (S, H', J' E D) encontrados nos ninhos de *Epanthidium tigrinum* no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015. Continua.

Família	Tipos polínicos	Percentual mensal de tipos polínicos (%)							Total (%)
		Dez/14	Jan/15	Mar/15	Abr/15	Jul/15	Ago/15	Set/15	
Amaranthaceae	<i>Amaranthu sspinosus</i> L.	-	0,08	-	-	0,04	0,13	-	0,05
	<i>Alternanthera brasliana</i> (L.) Kuntze	-	0,33	-	0,25	0,19	0,19	-	0,18
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	9,00	11,83	31,75	0,25	0,60	0,13	1,00	3,71
Aracaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	-	0,08	1,00	-	0,02	-	-	0,07
Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp.	8,75	6,67	1,50	4,25	0,02	0,13	-	1,53
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wigth	0,50	0,33	-	0,25	-	0,13	-	0,10
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Jussieu ex. Kunth	-	12,42	-	1,50	0,02	0,44	0,50	1,79
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	2,75	0,33	-	10,25	0,06	-	-	0,64
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia</i> sp.	-	-	19,25	-	-	-	-	0,84
Fabaceae	<i>Vigna sinensis</i> (L.) Endl.	1,00	12,00	-	14,50	20,67	10,38	12,25	15,36
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	0,25	1,75	15,50	0,25	1,06	4,56	2,75	2,39
	<i>Mimosa quadrivalvis</i> L.	9,50	1,92	8,25	-	0,02	-	-	1,03
	<i>Anadenanthera colubrina</i> VAR. Cebil (GRISEB.) Altschul	-	0,17	0,25	-	0,02	0,13	-	0,07
	<i>Libidibia ferrea</i> (MART. ex TUL.) L. P. Queiroz	-	0,17	1,50	-	0,13	-	-	0,15
	<i>Mimosa setosa</i> Benth	-	0,67	-	-	0,06	0,19	-	0,15
	<i>Leucaena leucocephala</i> (LAM.) de Wit	-	-	-	-	0,02	0,06	-	0,02

Tabela 3. Continuação: Percentuais de tipos polínicos e índices de diversidade mensais (S, H', J' E D) encontrados nos ninhos de *Epanthidium tigrinum* no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015.

Família	Tipos polínicos	Percentual mensal de tipos polínicos (%)							Total (%)
		Dez/14	Jan/15	Mar/15	Abr/15	Jul/15	Ago/15	Set/15	
Indeterminada	sp.2	-	0,08	-	-	-	0,06	-	0,02
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolen</i> Poit.	-	0,08	0,50	3,25	0,06	0,06	-	0,22
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> L.	68,00	48,75	2,00	59,50	75,73	76,63	82,00	68,39
	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	-	0,17	-	-	0,25	5,75	1,00	1,20
Malvaceae	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	-	0,17	0,25	4,50	0,35	-	-	0,41
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	-	0,08	0,25	-	0,06	0,13	-	0,08
	<i>Psidium guajava</i> L.	-	0,50	16,75	-	0,13	0,31	-	0,91
	<i>Syzygium</i> sp.	-	0,17	-	-	0,21	0,19	-	0,16
Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i> (Jaq.) Willd	-	0,33	-	-	-	-	-	0,04
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	0,25	-	1,00	0,75	0,04	-	-	0,11
	<i>Borreira spinosa</i> CHAM. et SCHLTDC.	-	0,92	0,25	0,50	0,23	0,44	0,50	0,37
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Taxa (S)	9	24	15	13	23	19	7	
	Shannon (H')	1,117	1,705	1,858	1,394	0,741	0,909	0,664	
	Pielou (J')	0,508	0,537	0,686	0,543	0,236	0,309	0,341	
	Berger-Parker (D)	0,680	0,488	0,318	0,595	0,757	0,766	0,820	

Figura 8. Pólen encontrado em resíduos pós-emergente de abelhas *Epanthidium tigrinum* coletados em ninhos-armadilha no Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará no período de dezembro de 2014 a setembro de 2015: (A) *Psidium guajava* – Myrtaceae (B) *Byrsonima crassifolia* – Malpighiaceae (C) *Dalechampia* sp. – Euphorbiaceae (D) *Vigna sinensis* – Fabaceae (E) *Anacardium occidentale* – Anacardiaceae. Fonte: Autor



4. DISCUSSÃO

4.1. Sazonalidade e nidificação

A maioria dos trabalhos que estudaram espécies da família Megachilidae, principalmente no hemisfério norte, demonstrou que essas abelhas são sazonais, pois em geral os indivíduos aparecem apenas em um curto período do ano e as crias apresentam diapausa, emergindo como adultos somente quando as condições são favoráveis novamente (TORCHIO, TEPEDINO, 1980; RINEHART *et al.*, 2013).

No Brasil, a sazonalidade já foi verificada para algumas espécies de Megachilidae, como *Megachile (Melanosarus) nigripennis* Spinola (MARQUES, GAGLIANONE, 2013), *M. benigna* Mitchell e *M. maculata* Smith (CARDOSO, SILVEIRA, 2011), *Anthodioctes lunatus* Smith (CAMAROTTI-DE-LIMA, MARTINS, 2005) e *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (ALVES-DOS-SANTOS, 2004) em latitudes maiores, mas Morato (2001) sugere que *Anthodioctes moratoi*, na Amazônia, nidifica o ano inteiro.

No presente trabalho, foi demonstrado que as abelhas da espécie *Epanthidium tigrinum* permaneceram ativas durante todo o período experimental de 11 meses, variando apenas no número de ninhos construídos e na quantidade de células, não havendo, portanto, sazonalidade dessa espécie nas condições estudadas.

Alguns estudos sugerem que a sazonalidade em abelhas pode estar associada à disponibilidade de recursos específicos para a construção de seus ninhos, para a alimentação dos adultos ou para o provisionamento larval (VIANA *et al.*, 2001; MENDES, RÊGO, 2007; SANTOS, 2013). No presente estudo, esse fator pode ter sido relevante, pois, inicialmente, poucas abelhas observadas completavam a construção dos ninhos, havendo uma alta taxa de abandono.

Em um caso observado, uma abelha chegou a saquear todo o material coletado por outra abelha da mesma espécie, resultando no abandono de ambos os ninhos. A nidificação, permanência desses indivíduos nos ninhos e sua conclusão a bom termo, só foi possível quando se disponibilizou resina em torno dos ninhos-armadilha. A partir desse momento, foi possível observar várias das abelhas coletando essa resina, tanto as que estavam sendo monitoradas quanto outras da mesma espécie que não estavam nidificando nos ninhos-armadilha, sugerindo que talvez haja uma falta de plantas fornecedoras de resina no local, inviabilizando, assim, a sua nidificação. Dessa maneira, a disponibilidade de resina vegetal seria, de fato, um recurso limitante para o estabelecimento e manutenção de populações dessa espécie em uma área.

A razão sexual para uma mesma espécie pode variar, e está associada às condições de disponibilidade de alimento ou a outros fatores locais (MARQUES, GAGLIANONE, 2013). Trabalho realizado por Sugiura (1994) com *Anthidium septemspinosum* Lepeletier encontrou que as abelhas-mãe desta espécie são capazes de manipular, de forma adaptativa, a razão sexual dos descendentes em relação à sua capacidade de investir na prole. Nesse trabalho, o posicionamento das crias também é descrito, demonstrando que nas células mais internas estão os machos e nas mais externas as fêmeas, resultados também observados no presente estudo. O autor relata que essa distribuição está diretamente relacionada à vida reprodutiva dessas abelhas, pois machos maiores têm maior capacidade de reprodução e exigem maior investimento parental.

As relações baixas de produção de fêmeas em comparação com machos também já foram relatadas para outras espécies, como *Megachile* (*Moureapis*) *benigna* estudada por Teixeira *et al.* (2011) e *Megachile* (*Pseudocentron*) *gomphrenoides* (TORRETTA *et al.* 2012). Alguns ninhos de *Epanthidium tigrinum* apresentaram produção de um único sexo, fato esse

já relatado para algumas espécies de *Megachile*, como *M. (Austromegachile) orbiculata* Mitchell (MORATO 2003), *M. (Moureapis) anthidioides* Radoszkowski (CARDOSO, SILVEIRA 2003) e *M. (Moureapis) maculata* Smith 1853 (CARDOSO, SILVEIRA 2011).

As abelhas do gênero *Epanthidium* estão dentro do grupo dos Anthidiini, que coletam resina para construção de seus ninhos. Durante o período experimental, antes do fornecimento da resina, notou-se um material estranho coletado por essas abelhas e utilizado junto com resina na construção e fechamento de alguns ninhos; contudo, não foi possível analisar esse material. Após o fornecimento de resina, seus ninhos passaram a ser construídos basicamente desse material. Isso pode sugerir que, dependendo da quantidade de resina disponível, essas abelhas podem utilizar outros materiais misturados para construir suas células. Cilla e Rolón (2012) descreveram o ninho de *Epanthidium* aff. *Sanguineum* que utilizou barro, resina e fibras vegetais na sua construção.

Outro importante fato notado foi que algumas dessas abelhas construíram suas células em ninhos-armadilhas anteriormente ocupados por abelhas *Centris analis* e *Tetrapedia diversipes*. Cilla e Rolón (2012b) também relataram a ocupação de ninhos desocupados de *Centris muralis* Burmeister por abelhas *Epanthidium* aff. *sanguineum*. Esse comportamento sugere que não há uma exigência tão grande dessas fêmeas quanto à escolha do local de nidificação.

4.2. Comportamento de nidificação

Aparentemente, as variações ambientais, disponibilidade de recursos, tipo de recurso utilizado e diferenças intrínsecas das espécies, influenciam o comportamento de nidificação das espécies de Megachilidae.

As abelhas *E. tigrinum* coletaram pólen e néctar no período da manhã e resinas no período da tarde. Esse comportamento aperfeiçoa os usos de recursos na área, uma vez que as plantas das redondezas disponibilizam pólen, um recurso limitado, cedo da manhã e, uma vez removido, não há nova oferta até o dia seguinte. Por outro lado, a resina se torna mais maleável e, portanto, fácil de manipular e transportar nas horas mais quentes do dia, o que justifica a sua coleta apenas a partir do meio-dia. Além do mais, nesse horário não há mais bastante pólen disponível no campo.

Enquanto as abelhas *E. tigrinum* neste estudo faziam viagens rápidas para a coleta de resina e longas para pólen e néctar, passando mais tempo no ninho ao retornarem dessas últimas viagens do que naquelas para coleta de resina, Alves-dos-Santos (2004) relata

que *Anthodiocetes megachiloides* Holmberg, em São Paulo, realizava viagens mais longas quando coletava resina e passava mais tempo no ninho; já nas coletas de pólen as viagens eram rápidas e o tempo de permanência no ninho menos demorado. Porém, quando comparado à *Megachile dentipes* Vachal (Santos, 2011), os resultados foram semelhantes com essas abelhas, pois houve mais demora na coleta de néctar do que na coleta de folhas que elas usam na construção de seus ninhos.

No entanto, é importante ressaltar que, apesar dessa semelhança entre abelhas que coletam recursos distintos e da diferença entre as espécies que coletam o mesmo recurso, folhas geralmente são muito mais disponíveis que resinas e pode-se esperar que abelhas coletoras de folhas levem menos tempo para coletá-las, como observado entre *A.megachiloides* e *M. dentipes*. Por outro lado, a oferta ilimitada de resina bem próximo aos ninhos de *E. tigrinum* tornou esse recurso tão ou mais disponível do que as folhas coletadas por *M. dentipes*, e muito mais acessível e de fácil coleta do que as resinas que *A.megachiloides* tinha que procurar e coletar na vegetação no entorno de seus ninhos.

Já no que se refere à construção das células do ninho, *M.dentipes* levava apenas 6h e 49min para construir uma célula (SANTOS, 2011), bem mais rápida do que as abelhas *E.tigrinum* estudadas, que demoraram um dia para concluir cada célula, provavelmente devido à maior facilidade de dobrar e construir com pedaços de folhas já cortados no comprimento da célula, do que moldar e revestir todo o interior de uma célula com resina e os demais materiais de construção anteriormente descritos.

4.3. Análise da dieta

As análises cropalinológicas realizadas mostraram uma grande variedade de recursos polínicos coletados por *Epanthidium tigrinum*, podendo classificá-la como sendo uma abelha polilética. Contudo, notou-se uma acentuada predominância do pólen de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) e uma grande participação do pólen de *Vigna sinensis* (Fabaceae), já que ambas constituíram praticamente toda a dieta das abelhas estudadas.

A grande representatividade do pólen de *Byrsonima crassifolia* torna importante que haja um estudo mais aprofundado sobre as relações entre planta-abelha. O fato desse tipo polínico se manter dominante em praticamente todos os meses pode levar a supor uma preferência pelo pólen dessa espécie vegetal. Contudo, também é sabido que a coleta de pólen está diretamente relacionada à disponibilidade no campo e, na área estudada, os muricizeiros apresentaram floração praticamente o ano inteiro e estavam localizados a menos de 50 m dos

ninhos. Situação semelhante deve ser a de *Vigna sinensis*, popularmente conhecido como feijão de corda. Essa espécie era cultivada a cerca de 100 m dos ninhos armadilha e seu pólen pode ter sido coletado em maior quantidade devido à proximidade com os ninhos e não por uma preferência da espécie de abelha.

Flores de *Dalechampia* (Euphorbiaceae) fazem parte de uma das duas famílias botânicas que possuem glândulas florais que fornecem resina (ARMBRUSTER, HERZIG 1984). Uma vez que *Epanthidium tigrinum*, assim como os outros membros da tribo Anthidiini, utilizam resina como principal material de construção do ninho, isso explicaria a presença de pólen dessa planta no alimento larval. Contudo, são necessários mais estudos para verificar se há uma interação maior da abelha com *Dalechampia* sp., pois no mês de março o seu pólen apareceu de forma mais expressiva na dieta das larvas, indicando também a possibilidade de coleta de pólen para esse fim.

O pólen de Myrtaceae aparece principalmente no mês de março, representado por *Psidium guajava*. Em uma revisão da família, Gressler *et al* (2006) mostrou algumas espécies da família Megachilidae como visitantes florais e polinizadores de espécies de Myrtaceae (*Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. e *Myrcia torta* DC e *Psidium cattleianum* Sabine), o que pode indicar uma possível relação entre plantas dessa família e membros da família Megachilidae. Boti *et al* (2005), estudando a polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.), além de encontrar espécies de Megachilini (*Megachile* (Leptorachis) *paulistana* Sc. 1902 e *Megachile* (Neomegachile) *brethesi*), encontrou também *Epanthidium tigrinum* como visitante floral, espécie estudada neste trabalho.

O mês de março destacou-se como o único a não apresentar dominância, sendo o pólen de *Anacardium occidentale* (31,75%) o de maior representatividade, sugerindo que essas abelhas visitam bem as flores dessa espécie. Em estudos realizados sobre a polinização da cultura do cajueiro, Freitas *et al* (2014a,b) cita uma espécie de Anthidiini não identificada e *Epanthidium tigrinum* como visitantes dessa cultura. Há a necessidade de estudar o papel dessa abelha como agente polinizador do cajueiro.

Finalmente, os resultados apresentados neste estudo mostram a possibilidade de criação das abelhas *Epanthidium tigrinum* de forma racional no que se refere ao manejo e manutenção da espécie na área desejada. O estabelecimento de populações manejadas dessa abelha permitirá o aprofundamento dos estudos da espécie, e uma melhor compreensão da tribo Anthidiini.

5. CONCLUSÕES

A disponibilidade de recursos para provisão das células e de material para construção dos ninhos está ligada diretamente à obtenção de ninhos de *Epanthidium tigrinum* e à permanência das abelhas na área.

O fornecimento de resina de abelhas sem ferrão mostrou-se eficiente para suprir as necessidades das abelhas *Epanthidium tigrinum*, constituindo uma alternativa a ser utilizada em locais onde esse recurso seja limitado.

A pouca exigência por locais de nidificação, por ser polilética e a inexistência de sazonalidade e predação por inimigos e parasitas, torna possível estabelecer criatórios de *Epanthidium tigrinum*.

O conhecimento das fontes de recursos florais coletados por *Epanthidium tigrinum* pode ser utilizado como indicador de culturas de importância econômica visitadas e, potencialmente, polinizadas por essas abelhas, bem como possibilitar o manejo para a sua conservação no ambiente.

Ainda existe um grande déficit de informações biológicas sobre a tribo Anthidiini, demodo que mais estudos se fazem necessários para futuras pesquisas com o objetivo de aprofundar as informações coletadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES-DOS-SANTOS, I.. Biologia de nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia** 21: 739–744. 2004.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F.; MORATO E. F.. Nesting biology of some Brazilian *Anthodioctes* species Holmberg 1903 (Anthidiini, Megachilidae). In: 8th **IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontrosobre Abelhas**, Ribeirão Preto. Proceedings of the 8th IBRA International Conference on Tropical Bees and VI Encontrosobre Abelhas, 93-98. 2004.
- ARMBRUSTER, W. S. & HERZIG, A. L.. Partitioning and sharing of pollinators by four sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. **Ann. Missouri Bot. Gard.** 71: 1-16. 1984.
- ARTZ, D. R., ALLAN, M. J., WARDELL, G. I. and PITTS-SINGER, T. L.. Nesting site density and distribution affect *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) reproductive success and almond yield in a commercial orchard. **Insect Conservation and Diversity**. 6, 715–724 doi: 10.1111/icad.12026. 2013.
- BARTH, O. M.. Microscopic analysis of some samples of honey.1.Dominantpollen.1970. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v 42. 1970a.
- BARTH, O. M..Microscopic analysis of some samples of honey.2. Acessoriespollen. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 42. 1970b.
- BAUERMANN, S. G.; RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C. P.; QUEIROZ, E. P.; MOURELLE, D.; PRIETO, A. R.; SILVA, C. I. Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução. **ULBRA, Canoas**. 2013.
- BOTI, J. B.; CAMPOS, L. A. O.; JUNIOR, P. M.; VIEIRA, M. F.. Influência da distância de fragmentos florestais na polinização da goiabeira. **Revista Ceres**, 52(304):863-874. 2005.
- CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F.. Biologia de Nidificação e Aspectos Ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera: Megachilidae, Anthidiini) em Área de Tabuleiro Nordeste, PB. **Neotropical Entomology** 34: 375-380. 2005.
- CARDOSO, C. F., SILVEIRA, F. A.. Nesting biology of two species of *Megachile* (Moureapis) (Hymenoptera: Megachilidae) in a semideciduous forest reserve in southeastern Brazil. **Apidologie**(2012) 43:71–81. ©INRA, DIB-AGIB and Springer Science + Business Media B.V., 2011 DOI: 10.1007/s13592-011-0091-z. 2011.
- CARDOSO, F. C.; SILVEIRA, F. A.. Ecologia de nidificação de espécies de *Megachile* (Hymenoptera: Apoidea) em ninhos-armadilha na Estação Ambiental de Peti (MG). In: **Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil**, Fortaleza, Ceará, p. 69-71. 2003.
- CILLA, G.; ROLÓN G.. Macroscopic and microscopic studies of the nests and the stages involved in the nesting process of *Centris muralis* Burmeister (Hymenoptera: Apidae: Centridini) bee in the adobe walls, in La Rioja, Argentina. **Institute of Zoology, Slovak**

Academy of Sciences. *Biologia* 67/3: 573—583. Section Zoology DOI: 10.2478/s11756-012-0036-7. 2012b.

CILLA, G.; ROLÓN G.. Nidificación de Abejas Silvestres em Edificaciones em Tierra em La Provincia de La Rioja. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Catamarca. **Huayllu-Bios**.Nº 6. 2012a.

ERTDMAN G. The acetolysis method.A revised description.**SvBot Tidskr** 54: 561-564. 1960.

FREITAS, B. M.; PACHECO FILHO, A. J. S; ANDRADE, P. B.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; PEREIRA, N. O.; BEZERRA, A. D. M.; NOGUEIRA, D. S.; ALENCAR, R. L.; ROCHA, R. F.; MENDONÇA, K. S.. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in ne Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, 12(4), pp 22-30. 2014a.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J.. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **The Journal of Agricultural Science**. 126 (03) : 319 – 326. 1996.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; MENDONÇA, K. S.; PEREIRA, N. O.. Plano de manejo para polinização da cultura do cajueiro: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. **Funbio** (Fundação Brasileira para a Biodiversidade), Rio de Janeiro, 52 p.: il. 2014b.

FREITAS, B.M.; OLIVEIRA-FILHO, J.H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6; p. 1135-1139, 2003.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos). In: IPECE(Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). **Perfil Básico Municipal**. 2015.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C.. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. V.29, n.4, p.509-530. 2006.

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). **PerfilBásico Municipal**. 2015.

KÖPPEN, W. Climatologia: com um estúdio de los climas de latierra. Publications In: **Climatology**. Laboratory of Climatology, New Jersey, 1948.

KROMBEIN, K. V. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates. **Washington: Smithsonian Institution Press**, 70 p. 1967.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G..Methodikdermelissopalynologie. **Apidologie**, v. 1. 1970.

- MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M.. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**. 44:234–239. 2013.
- 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. 2013.
- MATSUMOTO, S.; ABE, A.; MAEJIMA, T.. Foraging behavior of *Osmia cornifrons* in an apple orchard. **Scientia Horticulturae** 121 (2009) 73–79. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti. 2009.
- MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, n. 3, p. 382-388. 2007.
- MICHENER, C. D..The bees of the world. Baltimore, **The Johns Hopkins University Press**, 913p. 2007.
- MIRANDA, M. M. B.; ANDRADE, T. A. P.. Fundamentos de palinologia. Fortaleza: **Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará**. 1990.
- MORATO E. F. In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I.. Biologia de *Megachile (Austromegachile) orbiculata* Mitchell (Hymenoptera, Megachilidae) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: Edit. UNESCO, p. 57- 162. 2003.
- MORATO, E. F.. Biologia e ecologia de *Anthodioctes moratoi* Urban (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18: 729-736. 2001.
- MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. O.. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**. 17 (2); 429 – 444. 2000.
- PARIZOTTO, D. R..**Filogenia dos Anthidiini Neotropicais (Apidae, Megachilinae.I)**. Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós- Graduação em Ciências Biológicas, área de Concentração em Entomologia da Universidade Federal do Paraná. 2011.
- PARIZOTTO, D. R.; MELO, G. A. R... Nests of bees of the anthidiine genus *Ananthidium* Urban (Hymenoptera, Apidae, Megachilinae).**Journal of Hymenoptera Research** 47: 115–122. 2015.
- PITTS-SINGER, T. L.; CANE, J. H.. The Alfalfa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata*: The World's Most Intensively Managed Solitary Bee. Annu. **Rev. Entomol.** 56:221-237. Downloaded from www.annualreviews.org by Universidade Federal do Ceara on 09/30/14.For personal use only. 2011.

PITTS-SINGER, T. L.. Intended Release and Actual Retention of Alfalfa Leafcutting Bees (Hymenoptera: Megachilidae) for Pollination in Commercial Alfalfa Seed Fields. **Journal of Economic Entomology**, 106(2):576-586. 2013. Acessopelo site: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/EC12416>. 2013.

RINEHART, J. P.; YOCUM, G. D.; KEMP, W. P.; GREENLEE, K. J.. A fluctuating thermal regime improves long-term survival of quiescent prepupal *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of Economic Entomology**, 106(3):1081-1088. 2013.

ROUBIK W.D..Ecology and natural history of tropical bees.**Cambridge University Press**, New York, pág 520.1989.

SANTOS, A. A.. **Nidificação de abelhas e vespas solitárias e biologia de Megachiledentipes Vachal (Hymenoptera, Megachilidae) em ninhos armadilha.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, área de concentração Zoologia. 2011.

SANTOS, A. P. S. M.. **Diversidade de abelhas e recursos polínicos como fonte de alimentação em áreas de cerrado.** Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Recursos Florestais. 2013.

SEDIVY, C., DORN, S.. Towards a sustainable management of bees of the subgenus *Osmia* (Megachilidae; *Osmia*) as fruit tree pollinators. **Apidologie** (2014) 45:88–105. INRA, DIB and Springer-Verlag France, 2013 DOI: 10.1007/s13592-013-0231-8. 2014.

SHEFFIELD, C. S.. Pollination, Seed Set And Fruit Quality In Apple: Studies With *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) In The Annapolis Valley, Nova Scotia, Canada. **Journal of Pollination Ecology**, 12(13), 2014, pp 120-128. 2014.

SILVA, C. I.; BALLESTERO, P. L. O.; PALMERO, A. M.; BAUERMANN, S. G.; EVALDT, A. C. P.; OLIVEIRA, P. E.. Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. **Uberlândia: EDUFU**, 2010.

SILVA, C. I.; GROPDO, 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. **Holos, Ribeirão Preto**. 2014.

SILVA, A.M.; TEIXEIRA, A.F.R.; MORAIS, F.M. Considerações sobre o papel da biodiversidade no agroecossistema do maracujazeiro-amarelo na Região Norte do Estado do Espírito Santo (1997). Resumos do V CBA – Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 660-663, 2007.

TEIXEIRA, F. M.; SCHWARTZ, T. A. C.; GAGLIANONE, M. C.. Biologia da Nidificação de *Megachile (Moureapis) benigna* Mitchell. **EntomoBrasilis** 4 (3): 92-99. 2011.

TORCHIO, P. F.; TEPEDINO, V. J.. Sex Ratio, Body Size and Seasonality in a Solitary Bee, *Osmia lignaria* propinqua Cresson (Hymenoptera: Megachilidae). **Evolution**. Vol. 34, No. 5 (1980), pp. 993-1003. 1980.

TORRETTA, J. P., DURANTE, S. P., COLOMBO, M. G., BASILIO, A. M.. Nesting biology of the leafcutting bee *Megachile* (Pseudocentron) *gomphrenoides* (Hymenoptera: Megachilidae) in an agro-ecosystem. **Apidologie** 43: 624–633; © INRA, DIB and Springer-Verlag, France, 2012 DOI: 10.1007/s13592-012-0137-x. 2012.

URBAN, D.; MOURE, J. S..Anthidiini Ashmead, 1899. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees** (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Oct/15/2014.2012.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. P.. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas no Nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 245-251. 2001.

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, Supplement 1, p. 14-23. 2007.