



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

DIEGO DE VASCONCELOS LOURENÇO

**HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E REPRODUTIVOS DA ABELHA COLETORA DE
ÓLEO *Centris analis* (HYMENOPTERA - APIDAE) EM NINHOS-ARMADILHA SOB
CONDIÇÕES TROPICAIS**

FORTALEZA

2018

DIEGO DE VASCONCELOS LOURENÇO

HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E REPRODUTIVOS DA ABELHA COLETORA DE ÓLEO
Centris analis (HYMENOPTERA - APIDAE) EM NINHOS-ARMADILHA SOB
CONDIÇÕES TROPICAIS

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

Orientador: Prof. PhD Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA

2018

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

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

L933h Lourenço, Diego de Vasconcelos.
Hábitos de nidificação e reprodutivos da abelha coletora de óleo *Centris analis* (Hymenoptera - Apidae) em ninhos-armadilha sob condições tropicais / Diego de Vasconcelos Lourenço. – 2018.
47 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

1. Centridini. 2. Abelhas solitárias. 3. Abelha coletora de óleo. 4. Criação de abelhas. I. Título.

CDD 636.08

DIEGO DE VASCONCELOS LOURENÇO

HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E REPRODUTIVOS DA ABELHA COLETORA DE ÓLEO
Centris analis (HYMENOPTERA - APIDAE) EM NINHOS-ARMADILHA SOB
CONDIÇÕES TROPICAIS

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

Aprovada em: 18 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD Breno Magalhães Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Wilson Lima-Verde
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Ana Orvani de Vasconcelos
Lourenço e Francisco das Chagas Lourenço,
por todo apoio e suporte durante toda essa
caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus todo poderoso, fonte de todo amor e sabedoria, por minha vida e Sua eterna proteção ao longo de toda a caminhada e a Nossa Mãe Santíssima por toda sua interseção e proteção.

Aos meus pais, Francisco das Chagas e Ana Orvani, principais responsáveis por minha formação, por todo amor, preocupações, orações e cuidado.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), pela oportunidade de realização deste curso de mestrado.

Ao professor Breno Magalhães Freitas, por sua competência como professor e orientação.

Aos conselheiros participantes da banca examinadora, Prof. Luiz Wilson Lima-Verde e Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo que contribuiu amplamente com meu aprendizado científico e conclusão do curso.

Ao Grupo de Pesquisa em Abelhas, por contribuir com a realização deste trabalho e aos momentos de descontração, em especial a Artur Bruno Barbosa, Epifânia de Macêdo, Felipe Lima, Gercy Pinto, Hiara Marques, Jameson Guedes e Jânio Félix.

A todos os funcionários do Setor de Abelhas da UFC.

A todos os meus familiares, pelo apoio e por sempre acreditarem no meu esforço.

A toda a família Macedo, por me receber como membro de sua família e por todo amor e apoio dedicados a mim por todos esses anos.

Ao meu amigo Thiago Aragão, por todos esses anos de amizade e pelo apoio na realização deste trabalho. E a sua família por me acolher e torcer sempre pelo meu sucesso.

A meus amigos, Fernanda Helena, Renato Passos e Tiago Cavalcante, que compartilharam comigo momentos de alegrias e tristezas ao longo destes anos.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação e crescimento pessoal.

“A sabedoria é árvore que dá vida a quem a abraça; quem a ela se apegar será abençoado.”

Provérbios 3:18

RESUMO GERAL

A polinização é um fator essencial na produção agrícola mundial. Apesar do manejo de abelhas para polinização ser feito basicamente para abelhas sociais, como as do gênero *Apis* e as abelhas sem ferrão, estudos com abelhas solitárias vêm sendo realizados nos últimos anos, principalmente em regiões de clima temperado, visando a polinização agrícola. A abelha solitária *Centris analis* possui grande potencial para a polinização de espécies de plantas com flores que produzem óleos, como a aceroleira e o muricizeiro. Buscando o manejo da abelha solitária *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) para polinização em regiões de clima tropical, foi estudado todo o comportamento de nidificação e reprodução dessa abelha. O trabalho foi conduzido de maio a outubro de 2017 no setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza - CE. O desenho experimental constou de cinco blocos de madeira com 333 cavidades, onde foram disponibilizados 287 ninhos-armadilha (NAs) confeccionados em cartolina preta, com 12 cm de comprimento e 0,5 cm diâmetro. O trabalho de nidificação das abelhas foi acompanhado das cinco horas da manhã até às 18 horas. Foram coletados dados sobre o comportamento de escolha dos ninhos-armadilha e sua ocupação; o número de ninhos em construção e de ninhos iniciados a cada dia; bem como o número total de ninhos a cada dia; o número de viagens de coleta para cada recurso floral; os horários das viagens ao campo e a ocorrência de parasitismo e usurpação de ninhos. Passados de 15 a 20 dias do fechamento dos ninhos, eles foram levados para incubadora, sendo monitorados diariamente a emergência das abelhas, anotados seus sexos e a possível emergência de parasitas. Após a emergência de todos os indivíduos, foi contado o número de células e medidos o tamanho das células de cria e da célula vestibular. O número de células e seus tamanhos foram bem variáveis, havendo influência do número de células com o tamanho delas e o nascimento de machos e fêmeas. Os ninhos apresentaram razão sexual de 1,7♂:1♀. A coleta de recursos foi realizada principalmente nas primeiras horas da manhã, diminuindo nas horas mais quentes do dia. A temperatura teve relação direta com a coleta de pólen e néctar, como também, na coleta total dos recursos. A precipitação e a velocidade do vento também tiveram relação direta com o material vegetal e com o pólen, respectivamente. O uso de ninhos-armadilha é uma forma viável de manejo dessas abelhas, sendo favorável seu uso em áreas agrícolas para a polinização, visto que elas nidificam e colonizam por um longo período do ano.

Palavras-chave: Centridini. Abelhas solitárias. Abelha coletora de óleo. Criação de abelhas.

GENERAL ABSTRACT

Pollination is a key factor in global agricultural production. Although bee management for pollination is basically done for social bees, like those of the genus *Apis* and the stingless bees, studies on solitary bees have been carried out in recent years, mainly in temperate regions, aiming at agricultural pollination. The solitary bee *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) has great potential for pollination of plant species with flowers that produce oils, such as the acerola and the muricizeiro. Seeking the management of the bee in a tropical climate, it was studied all the nesting and reproductive behavior of this bee species. The study was performed from May to October of 2017, in the bee laboratory of the Federal University of Ceará, Fortaleza, State of Ceará. The experimental design consisted of 5 blocks of wood with 333 cavities, being available 287 trap nests, made in black cardboard, 12.0 cm in length and 0.5 cm in diameter. The nesting activity of the bees was monitored from 5 am to 6 pm. Data were collected on the search behavior for trap nests and their occupation, number of nests under construction and nests started each day, as well as the total number of nests each day; the number of collection trips for each floral resource; the time of trips to the field, and the incidence of parasitism and usurpation of nests. After 15 to 20 days of the nest closure, nests were placed in an incubator and daily monitored about birth of individuals and their sex and birth of parasites. After the birth of all individuals, it was measured the number of cells and the size of the brood cells and vestibular cells. The number of cells and their size were very variable. Therefore, there was influence of the number of cells on the size and the birth of males and females. Nests showed a sex ratio of 1.7♂: 1♀. The collection of resources was mostly in the early morning hours, decreasing in the later hours. The temperature had a direct relationship with the collection of pollen and nectar, as well as with the total collection of resources. Rainfall and wind speed were also directly related to plant material and pollen, respectively. The use of trap nests is a viable way of handling these bees. Their use in agricultural areas is favorable for pollination, since they nest and colonize for a long period of the year.

Keywords: Centridini. Solitary bees. Oil-collecting Bee. Bee breeding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Blocos de madeira equipados com ninhos-armadilha para nidificação de abelhas <i>Centris analis</i> , Fortaleza – CE	22
Figura 2 – Ninhos-armadilha disponibilizados para a nidificação das abelhas <i>Centris analis</i> , Fortaleza – CE	23
Figura 3 – Preparo dos ninhos-armadilha em tubos plásticos transparente fechados com rolas de cortiça e voal para incubação	24
Figura 4 – Número de ninhos-armadilha (NAs) de abelha <i>Centris analis</i> em construção a cada dia e número de ninhos iniciados por dia, Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, de maio a outubro de 2017, em Fortaleza – CE	25
Figura 5 – Número total de ninhos-armadilha (NAs) (ninhos em construção + ninhos iniciados) usados pela abelha <i>Centris analis</i> por dia, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, de maio a outubro de 2017, em Fortaleza – CE	26
Figura 6 – Abelha <i>Centris analis</i> depositando óleo floral no fechamento do ninho	28
Figura 7 – Parasitismo de ninhos da abelha <i>Centris analis</i> por espécies de abelhas cleptoparasitas do gênero <i>Coelioxys</i> sp.	31
Figura 8 – Usurpação de ninhos da abelha <i>Centris analis</i> por abelhas da mesma espécie	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Correlação do número de células, tamanho de células, tamanho de células vestibulares e número de macho e fêmea emergidos em ninhos armadilha de abelha <i>Centris analis</i> , Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE	27
Tabela 2	– Médias do número de viagens diárias da abelha <i>Centris analis</i> para coletar diferentes recursos, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE	28
Tabela 3	– Correlação dos recursos coletados pela abelha <i>Centris analis</i> com os dados climáticos dos meses de maio a outubro de 2017, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE	29
Tabela 4	– Número médio de viagens ao campo das abelhas <i>Centris analis</i> ao longo do dia para a coleta de cada recurso floral, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE	30

SUMÁRIO

1	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2	HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E REPRODUÇÃO DA ABELHA COLETORA DE ÓLEO <i>Centris analis</i> (HYMENOPTERA - APIDAE) EM NINHOS-ARMADILHA SOB CONDIÇÕES TROPICAIS	19
3	CONCLUSÕES	37
	REFERÊNCIAS	38

1 REFERENCIAL TEÓRICO

A importância das abelhas como polinizadores

No mundo existe uma diversidade de mais de vinte mil espécies de abelhas. No Brasil, estima-se que há em torno de três mil diferentes espécies, mas apenas 400 espécies foram catalogadas (LIMBERGER *et al.*, 2017). Elas possuem tamanhos e cores variadas e podem ter hábitos que vão de totalmente solitários a totalmente sociais (eussocial) (MICHENER, 2007).

As abelhas eussociais vivem em colônias com um alto nível de organização (ALVES-DOS-SANTOS, 2002), se diferenciando por apresentarem uma casta reprodutiva (rainha), cuidados com a prole e sobreposição de gerações (KNOLL; BEGO; IMPERATRIZ-FONSECA, 1993). Já as abelhas solitárias são responsáveis por fornecer alimento para suas crias, sem contato com sua prole, por morrerem ou saírem antes do amadurecimento delas (KNOLL; BEGO; IMPERATRIZ-FONSECA, 1993; MICHENER, 2007).

As abelhas são um dos principais agentes polinizadores no mundo. A polinização é realizada principalmente por abelhas fêmeas, que visitam as flores em busca de pólen como sua principal fonte de proteína, e para alimentação de suas crias (MICHENER, 2007). A polinização acontece quando há a transferência do pólen da antera de uma flor para o estigma da mesma ou de uma outra flor da mesma espécie, sendo essencial para a reprodução da maioria das Angiospermas (CORBET; WILLIAMS; OSBORNE, 1991; DELAPLANE *et al.*, 2013). Acredita-se que o surgimento das abelhas na terra se deu juntamente com o surgimento das Angiospermas, plantas com flores e frutos (IMPERATRIZ-FONSECA; RAMALHO; KLEINERT-GIOVANNINI, 1993).

A polinização é realizada pelas abelhas involuntariamente, visto que elas necessitam visitar frentemente as flores em busca de recursos para sua alimentação, para construção de ninhos, bem como para a produção de essências florais usadas para a atração sexual (BRITO; RÊGO, 2001; ALVES-DOS-SANTOS, 2004; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; LUSTOSA *et al.*, 2008; RIBEIRO; RÊGO; MACHADO, 2008; MALERBO-SOUZA; SANTOS SILVA, 2011; CAPPELLARI *et al.*, 2012).

As espécies sociais são amplamente usadas na polinização agrícola mundial. As técnicas de manejo para polinização são bastante estudadas para espécies de abelhas do gênero *Apis* (SOUSA *et al.*, 2009; MALERBO-SOUZA; HALAK, 2012; TOLEDO *et al.*, 2013), para espécies de abelhas-sem-ferrão, como as do gênero *Melipona* e *Trigona* (DEL

SARTO; PERUQUETTI; CAMPOS, 2005; ROSELINO; DOS SANTOS; BEGO, 2010; MALERBO-SOUZA; HALAK, 2012) e para abelhas do gênero *Bombus* (TORRES-RUIZ; JONES, 2012; PETERSEN; REINERS; NAULT, 2013; AHMAD, 2015).

Porém, o declínio dessas abelhas tem provocado prejuízos na agricultura mundial. Um exemplo disso, é a DCC (Desordem do Colapso da Colônia), que vem acontecendo com as abelhas *Apis mellifera*, uma das espécies mais utilizadas na polinização agrícola, causando perdas consideráveis em suas colônias (OLIVEIRA, 2015). Danos em colônias de espécies nativas do Brasil também têm sido relatados, sendo causados pelo desmatamento, queimadas de florestas, atividade de extrativismo dos meleiros, fragmentação das áreas naturais, e uso de inseticidas (KERR *et al.*, 2001).

Dessa forma, se faz necessário o estudo para o manejo de outros polinizadores, como as abelhas solitárias, visando conhecer os hábitos de reprodução e de nidificação para que possam ser aplicados como alternativa de polinização de algumas culturas agrícolas, visto que para algumas culturas agrícolas, a polinização realizada por espécies solitárias acabam sendo mais eficazes que a polinização feita por abelhas sociais (CANE, 2002; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; VILHENA; AUGUSTO, 2007; BENEVIDES; GAGLIANONE; HOFFMANN, 2009).

Abelhas solitárias

A maioria das abelhas são solitárias, representando cerca de 85% de todas as espécies de abelhas. Diferentemente das espécies sociais, essas abelhas constroem e cuidam dos próprios ninhos, não mantendo contato com suas gerações, pois morrem antes mesmo do nascimento de suas crias (MICHENER, 2007).

Elas sozinhas são responsáveis por desempenhar uma diversidade de tarefas ao longo de sua vida, que vão desde a construção e defesa dos ninhos até à busca de alimento e postura das crias (ALVES-DOS-SANTOS, 2002).

Para o estabelecimento de abelhas solitárias, é importante a existência de locais de nidificação que sejam propícios para sua reprodução. Da mesma forma, para que ocorra a permanência de certas espécies de abelhas nessas áreas, são essenciais recursos que contribuam para a construção de seus ninhos, como: pedaços de folhas ou restos vegetais, madeira, celulose, resinas, óleos vegetais, barro, terra e areia (ALVES-DOS-SANTOS, 2002; MICHENER, 2007; FREITAS; ALVES, 2009).

Entretanto, os ninhos em ambientes naturais quando não estão em agregações,

podem ser difíceis de serem localizados, dificultando o aprofundamento do estudo dessas abelhas, porém, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com a técnica de ninhos-armadilha, proposta por Krombein (1967). Esses ninhos são amplamente utilizados para aumentar o conhecimento das espécies solitárias, investigando todo o seu comportamento de nidificação e sua biologia (SILVA; VIANA; NEVES, 2001; AGUIAR; MARTINS, 2002; ALVES-DOS-SANTOS, 2004; PIRES; POMPEU; SOUZA-SILVA, 2012).

O uso desses ninhos tem permitido o desenvolvimento de práticas de manejo para atrair e manter essas abelhas em cultivos agrícolas, como vem acontecendo com a cultura da acerola polinizada por abelhas *Centris analis* (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES; FREITAS, 2013), da maçã por *Osmia bicornis* e *Osmia cornifrons* (GRUBER *et al.*, 2001; MATSUMOTO; ABE; MAEJIMA, 2009), da cereja por *Osmia cornifrons* (BIDDINGER *et al.*, 2013), e da alfafa por *Megachile rotundata* (PITTS-SINGER; BOSCH, 2010).

Algumas espécies de abelhas solitárias possuem comportamentos característicos de nidificação que lhes possibilitam um grau de especialização com diferentes espécies de plantas, como por exemplo, algumas espécies da tribo Anthidiini, que podem utilizar resina floral para a construção de seus ninhos (MORATO, 2001; ALVES-DOS-SANTOS, 2004; MICHENER, 2007) e as espécies das tribos Tetrapediini e Centridini, que são especializadas em coletar óleos florais, tornando-as conhecidas popularmente como abelhas coletoras de óleo (ALVES-DOS-SANTOS; MELO; ROZEN JR, 2002; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; CAPPELLARI *et al.*, 2012).

Abelhas coletoras de óleo

Dentre as espécies de abelhas existentes no mundo, em torno de 330 são especializadas em coletar óleos nas flores, para alimentar as larvas ou revestir as paredes das células de cria (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007). Essas abelhas pertencem a seis diferentes tribos, sendo elas: Centridini, Ctenoplectrini, Macropidini, Redivivini, Tapinostapidini e Tetrapediini. Dessas tribos, Centridini e Tapinostapidini destacam-se por possuírem maior diversidade de abelhas coletoras de óleo nas Américas (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007).

Essa coleta acontece devido a diferenças morfológicas nas pernas dessas abelhas, que apresentam uma pilosidade que se assemelha a um pente, com cerdas que podem ser simples ou ramificadas, denominadas escopas (ROBERTS; VALLESPER, 1978; ALVES-

DOS-SANTOS *et al.*, 2006). Presente normalmente nas fêmeas, as escopas também podem ser encontradas em alguns machos de espécies da tribo Tretapediini (ALVES-DOS-SANTOS; NAXARA; PATRÍCIO, 2006).

Os óleos florais são produzidos por glândulas, denominadas por Vogel (1974) Elaiofóros. Vogel relatou que há dois tipos distintos de elaióforos: o epitelial e o tricomático. No epitelial, o óleo é secretado por tecidos epidermais, e armazenado abaixo de uma cutícula protetora, comum em flores das famílias Malpighiaceae e Krameriaceae. Já no tricomático, a secreção ocorre por uma célula terminal, formada por muitos tricomas uni ou multicelulares, comum nas espécies da família Primulaceae (VOGEL; MACHADO, 1991; ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; CHAUVEAU *et al.*, 2011).

A coleta do óleo tem uma duração de aproximadamente de quatro a cinco segundos. A abelha *Centris* ao encontrar uma inflorescência de flores com elaióforos, pousa sobre a pétala superior, apoiando-se na pétala inferior ou nas flores vizinhas, raspando as glândulas de óleo, de forma que todas possam ser exploradas. Após a coleta, ainda de frente para a flor, a abelha realiza a limpeza das pernas medianas e anteriores, transferindo todo o óleo coletado para o par de pernas posteriores. Já a coleta de pólen, acontece pela vibração do corpo, e pode ter uma duração de dois a três segundos. A vibração do corpo acontece quando a abelha relaxa e eleva as pernas posteriores (TEIXEIRA; MACHADO, 2000; VILHENA; AUGUSTO, 2007).

Atualmente são conhecidas 12 famílias cujas flores produzem e secretam óleos, são elas: Malpighiaceae, Cucurbitaceae, Krameriaceae, Stilbaceae, Scrophulariaceae, Plantaginaceae, Calceolariaceae, Orobanchaceae, Solanaceae, Myrsinaceae, Iridaceae e Orchidaceae (RENNER; SCHAEFER, 2010), com destaque para a família Malpighiaceae, que possui cerca de 1.200 espécies tropicais e subtropicais distribuídas em 66 gêneros (ANDERSON, 1990), e amplamente estudada para o manejo de polinização (TEIXEIRA; MACHADO, 2000; REGO *et al.*, 2006; VILHENA; AUGUSTO, 2007; SIQUEIRA *et al.*, 2011; MAGALHÃES; FREITAS, 2013).

Tribo Centridini e gênero *Centris*

A tribo Centridini é composta basicamente por abelhas coletoras de óleo, com raras exceções (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007); é dividida em dois gêneros, *Centris* e *Epicharis*, compreendendo mais de 260 espécies de abelhas (MOURE; MELO; VIVALLO, 2012). São abelhas, em sua maioria, pilosas e com tamanho corporal variando de médio a grande porte, estando distribuídas nas regiões tropicais das Américas

(MACHADO, 2004; MICHENER, 2007).

Essas abelhas são importantes polinizadores de espécies neotropicais produtoras de óleo (FREITAS; PEREIRA, 2004; GIMENES; LOBÃO 2006; REGO *et al.*, 2006), como a família Scrophulariaceae (VOGEL; MACHADO, 1991; MACHADO; VOGEL; LOPES, 2002; TADEY, 2012) e a família Malpighiaceae (REGO *et al.*, 2006; RIBEIRO; ROSA *et al.*, 2007; RÊGO; MACHADO, 2008).

Segundo Neff e Simpson (1981), as espécies de Malpighiaceae, produtoras de óleo, evoluíram paralelamente ao aparecimento de um proto-Centridini, propondo assim, que a causa do atual sucesso dessa interação planta-polinizador seja em decorrência da coevolução das Malpighiaceae com as Centridini.

A maioria das Centridini nidificam no solo (GAGLIANONE, 2001; AGUIAR; GAGLIANONE, 2003; GAGLIANONE, 2005; REGO *et al.*, 2006), porém, alguns subgêneros de *Centris*, tais como *Heterocentris* e *Hemisiella*, constroem seus ninhos em cavidades pré-existentes, como galerias em madeira ou em ninhos-armadilha (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000; AGUIAR, GARÓFALO; ALMEIDA, 2006; MENDES; RÊGO, 2007; DRUMMONT; SILVA; VIANA, 2008; RAMOS; ALBUQUERQUE; RÊGO, 2010).

As abelhas do gênero *Centris* (Fabricius, 1804) são divididas em 12 subgêneros (COUTO; CAMILLO, 2007; MOURE; MELO; VIVALLO, 2012), estando amplamente distribuídas nas Américas (MICHENER, 2007), especialmente nas regiões neotropicais (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007), e podendo ser encontradas tanto em regiões secas, quanto úmidas (MARTINS; MELO; RENNER, 2014).

No Brasil, as abelhas pertencentes a esse gênero são encontradas em diversos ecossistemas, como na caatinga (AGUIAR *et al.*, 2003; AGUIAR; ZANELLA, 2005; DA COSTA DÓREA *et al.*, 2010), no cerrado (GAGLIANONE, 2001; MESQUITA; VILHENA; AUGUSTO, 2009; GAGLIANONE *et al.*, 2010) e em vegetação de dunas e restinga (SILVA; VIANA; NEVES, 2001; MADEIRA-DA-SILVA; MARTINS, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Por sua diversidade de habitats, as abelhas desse gênero vêm sendo bastante estudadas quanto à sua nidificação e colonização (FRANKIE *et al.*, 1993; PEREIRA *et al.*, 1999; VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000; AGUIAR; GARÓFALO, 2004; AGUIAR; GARÓFALO; ALMEIDA, 2006).

No Nordeste brasileiro, estudos têm mostrado o potencial dessas abelhas na polinização de diversas culturas agrícolas, destacando-se as espécies *C. tarsata* (FREITAS; PAXTON, 1998; FREITAS *et al.*, 1999; FREITAS; PEREIRA, 2004), e *C. analis* (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES; FREITAS, 2013).

Espécie Centris analis

A espécie *Centris analis* pertence ao subgênero *Heterocentris* (Cockerell, 1899) junto a outras sete espécies (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; MOURE; MELO; VIVALLO, 2012) de abelhas de hábitos solitários, que nidificam em cavidades pré-existentes (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000).

Essas abelhas têm uma ampla distribuição geográfica, que se estende desde o México até o Brasil (MOURE; URBAN; MELO, 2012) e apresentam uma capacidade de se reproduzir várias vezes ao ano, sendo assim, considerada uma espécie multivoltina (MOURE-OLIVEIRA *et al.*, 2017). Por se tratar de abelhas que nidificam em cavidades pré-existentes e apesar de seus ninhos na natureza não serem comumente relatados, muitos estudos com *C. analis* estão sendo conduzidos em ninhos-armadilha, sejam eles em galerias, em madeira (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES; FREITAS, 2013) ou em ninhos confeccionados em cartolina preta (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000; OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; DA COSTA DÓREA *et al.*, 2010).

O uso de ninhos-armadilha nos possibilita obter informações como: a biologia dessas abelhas (VINSON; FRANKIE; CÔNSOLI, 2010), os materiais usados em sua construção, os recursos alimentares coletados (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000), o número de adultos produzidos, o número de células construídas, assim como seu tamanho, a forma e o arranjo nos ninhos (AGUIAR; GARÓFALO; ALMEIDA, 2005). Essas informações são essenciais para melhor conhecê-las e, assim, podermos manejá-las adequadamente na polinização de culturas agrícolas.

Elas possuem a peculiaridade de usarem óleos florais na construção e provisão de seus ninhos (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000), tendo grande potencial para a polinização de culturas como a acerola (*Malpighia emarginata* D.C, Malpighiaceae) (CASTRO, 2002; MAGALHÃES; FREITAS, 2013) e o murici (*Byrsonima sericea* D.C, Malpighiaceae) (RAMALHO; SILVA, 2002). Há também relato dessa abelha como polinizador do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) (CASTRO, 2002).

2 HÁBITOS DE NIDIFICAÇÃO E REPRODUÇÃO DA ABELHA COLETORA DE ÓLEO *Centris analis* (HYMENOPTERA, APIDAE, CENTRIDINI) SOB CONDIÇÕES TROPICAIS EM NINHOS-ARMADILHA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar todo o comportamento de nidificação e reprodução das abelhas solitárias *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) visando seu manejo para polinização em regiões de clima tropical. O trabalho foi conduzido de maio a outubro de 2017 no setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza - CE. O desenho experimental constou de cinco blocos de madeira com 333 cavidades, onde foram disponibilizados 287 ninhos-armadilha (NAs), confeccionados em cartolina preta, com 12 cm de comprimento e 0,5 cm diâmetro. O trabalho de nidificação das abelhas foi acompanhado das cinco horas da manhã até às 18 horas. Foram coletados dados sobre o comportamento de escolha dos ninhos-armadilha e sua ocupação, o número de ninhos em construção e de ninhos iniciados a cada dia, bem como o número total de ninhos a cada dia; o número de viagens de coleta para cada recurso floral; os horários das viagens ao campo e a ocorrência de parasitismo e usurpação de ninhos. Passados entre 15 e 20 dias do fechamento dos ninhos, eles foram levados para uma incubadora, sendo monitorada diariamente a emergência das abelhas e anotados seus sexos e a possível emergência de parasitas. Após a emergência de todos os indivíduos, foi contado o número de células e medido o tamanho das células de cria e da célula vestibular. O número de células e seus tamanhos foram bem variáveis, havendo influência do número de células com o tamanho delas e o nascimento de machos e fêmeas. Os ninhos apresentaram razão sexual de 1,7♂:1♀. A coleta de recursos foi realizada principalmente nas primeiras horas da manhã, diminuindo nas horas mais quentes do dia. A temperatura teve relação direta com a coleta de pólen e néctar, como também na coleta total dos recursos. A precipitação e a velocidade do vento também tiveram relação direta com o material vegetal e o pólen, respectivamente. O uso de ninhos-armadilha é uma forma viável de manejo dessas abelhas, sendo favorável seu uso em áreas agrícolas para a polinização, visto que elas nidificam e colonizam o local por um longo período do ano.

Palavras-chave: Centridini. Abelhas solitárias. Abelha coletora de óleo. Criação de abelhas.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the nesting and reproductive behavior of the solitary bee *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804), aiming at its management for pollination in tropical climate regions. The study was conducted from May to October 2017 in the Bees laboratory of the Federal University of Ceará, Fortaleza, State of Ceará. The experimental design consisted of 5 blocks of wood with 333 cavities, being available 287 trap nests, made in black cardboard, 12.0 cm in length and 0.5 cm in diameter. The nesting activity of the bees was monitored from 5 am to 6 pm. Data were collected on the search behavior for trap nests and their occupation, number of nests under construction and nests started each day, as well as the total number of nests each day; the number of collection trips for each floral resource; the time of trips to the field, and the incidence of parasitism and usurpation of nests. After 15 to 20 days of the nest closure, nests were placed in an incubator and daily monitored about birth of individuals and their sex and birth of parasites. After the birth of all individuals, it was measured the number of cells and the size of the brood cells and vestibular cells. The number of cells and their size were very variable. Therefore, there was influence of the number of cells on the size and the birth of males and females. Nests showed a sex ratio of 1.7♂: 1♀. The collection of resources was mostly in the early morning hours, decreasing in the later hours. The temperature had a direct relationship with the collection of pollen and nectar, as well as with the total collection of resources. Rainfall and wind speed were also directly related to plant material and pollen, respectively. The use of nests-traps is a viable way of handling these bees. Their use in agricultural areas is favorable for pollination, since they nest and colonize for a long period of the year.

Keywords: Centridini. Solitary bees. Oil-collecting Bees. Bee breeding.

Introdução

A polinização é um fator essencial para a produção agrícola mundial, sendo importante para a produção de diversas culturas. Entre os agentes polinizadores, as abelhas são os que mais se destacam, pois visitam muitas flores para conseguir os recursos que dependem para viver (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; IPBES, 2016).

No entanto, poucas espécies de abelhas são criadas visando o serviço de polinização, sendo esse manejo feito basicamente com abelhas da família Apidae, como as *Apis* (SOUSA *et al.*, 2014; SEZERINO; ORTH, 2015), *Bombus* (OLIVEIRA, 2014; YANKIT

et al., 2018), e algumas solitárias do gênero *Osmia* (WILKANIEC, 2011; FLISZKIEWICZ; GIEJDASZ; SEDIVY; DORN, 2014) e, *Nomia melaneri* e *Megachile rotundata* (Megachilidae) (FREE, 1993; CANE; DOBSON; BOYER, 2017) em regiões de clima temperado.

Em clima tropical, as abelhas solitárias mais promissoras no serviço de polinização têm sido as do gênero *Xylocopa* (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003; YAMAMOTO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2010; JUNQUEIRA; HOGENDOORN; AUGUSTO, 2012) e as coletoras de óleo do gênero *Centris*, como as espécies *C. tarsata* (FREITAS *et al.*, 1999; DÓREA *et al.*, 2009; GONÇALVES; SILVA; BUSCHINI, 2012), *C. aenea* (FERREIRA *et al.*, 2013) e *C. analis* (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009).

O estudo dos hábitos de nidificação das abelhas coletoras de óleo que nidificam em cavidades pré-existentes tem sido feito por meio da técnica de ninhos-armadilha, que basicamente consistem em tubos de cartolina de diâmetros variados inseridos em orifícios perfurados em blocos de madeira (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000; AGUIAR; MARTINS, 2002). Nesse grupo, a espécie *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Apidae: Centridini) tem sido pesquisada especialmente quanto os seus hábitos de nidificação e de reprodução. No entanto, esses estudos têm se concentrados na região Sudeste (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000; GAZOLA; GARÓFALO, 2009; ALONSO; SILVA; GARÓFALO, 2012; MOURE-OLIVEIRA *et al.*, 2017), havendo poucas investigações no Nordeste do Brasil, onde o clima é tropical e as condições climáticas apresentam bem menos variações ao longo do ano (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; PINA; AGUIAR, 2011). Estudos preliminares com essa abelha sugerem que a ela possa ser criada em larga escala para uso na polinização de várias culturas agrícolas (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; MAGALHÃES; FREITAS, 2013; FREITAS *et al.*, 2014).

O presente estudo buscou investigar o comportamento de nidificação da espécie *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Apidae: Centridini), desde a escolha do ninho até à coleta de recursos para sua construção e aprovisionamento de alimentos, bem como o período de atividade dessas abelhas ao longo do ano, visando o criatório racional e o uso dessa espécie na polinização agrícola na região Nordeste do Brasil.

Material e métodos

Área experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a outubro de 2017 no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no Campus do Pici, no município de Fortaleza (Latitude: 3°44'33.70"S; Longitude: 38°34'45.46"O). A área do experimento está inserida em um local de clima tropical quente subúmido, classificado como Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen (AGUIAR *et al.*, 2002).

Segundo o Instituto de pesquisas e estratégia econômica do Ceará (IPECE, 2016), o predomínio de chuvas ocorre nos meses de janeiro a maio, com pluviosidade média de 1338,0 mm e temperaturas em torno de 26°C a 28°C. A vegetação é caracterizada como Mata de Tabuleiro (MORO *et al.*, 2015). O local de estudo é circundado por áreas urbanas com um pequeno fragmento desse tipo de mata, onde é possível encontrar espécies de plantas nativas e exóticas.

Ninhos

O desenho experimental constou de cinco blocos de madeira, instalados a 90 cm do solo e protegidos da chuva e do sol por uma cobertura de telha (Figura 1). Os blocos tinham um total de 333 cavidades, onde foram disponibilizados 287 ninhos-armadilha (NAs), confeccionados em cartolina preta, com 12 cm de comprimento e 0,5 cm diâmetro (Figura 2).

Figura 1 – Blocos de madeira equipados com ninhos-armadilha para nidificação de abelhas *Centris analis*, Fortaleza – CE.



Fonte: Autor (2017).

Figura 2 – Ninhos-armadilha disponibilizados para a nidificação das abelhas *Centris analis*, Fortaleza - CE.



A – Ninhos-armadilha; B - Abelha *Centris analis* na entrada de um ninho-armadilha. Fonte: Autor (2017).

A fim de acompanhar a rotina de trabalho das abelhas, desde a escolha do ninho à coleta de recursos, os ninhos foram observados ininterruptamente do amanhecer (cinco horas) ao anoitecer (18 horas) dos meses de maio a outubro de 2017. Durante essas observações, foram coletados dados sobre o comportamento de escolha dos ninhos-armadilha e sua ocupação, o número de ninhos em construção e de ninhos iniciados a cada dia, bem como o número total de ninhos a cada dia, o número de viagens de coleta para cada recurso floral, os horários das viagens ao campo e a ocorrência de parasitismo e usurpação de ninhos.

Ao longo de todo o estudo, após o fechamento dos ninhos-armadilha e decorridos de 15 a 20 dias, os mesmos foram retirados dos blocos de madeira, etiquetados com informações relacionadas à sua posição original nesses blocos e acondicionados em tubos plásticos transparentes e fechados com rolhas de cortiça e voal (Figura 3). Os tubos contendo os NAs fechados foram levados para o Laboratório de Pesquisa do Setor de Abelhas e colocados em uma incubadora com temperatura controlada em 27°C. Os ninhos-armadilha mantidos na incubadora foram inspecionados diariamente e, cada vez que uma abelha emergia de um ninho, anotava-se o sexo e numeração do indivíduo de acordo com a etiqueta, seguindo-se a soltura do inseto na natureza em locais próximos aos blocos da área experimental. Também foram anotadas as emergências de parasitas. Quando todos os adultos de um ninho já haviam emergido, esse então, era aberto para obtenção de dados sobre o número de células e o tamanho das células de cria e da célula vestibular. Todos os NAs concluídos eram substituídos por novos, de igual diâmetro e comprimento, para assegurar sempre a sua disponibilidade.

Figura 3 – Preparo dos ninhos-armadilha em tubos plásticos transparentes fechados com rolhas de cortiça e voal para incubação.



Fonte: Autor (2018).

Análises estatísticas

Os dados dos números de ninhos em construção e de ninhos iniciados a cada dia, o número total de ninhos a cada dia, o número de células, o tamanho das células e da célula vestibular, a razão sexual, o parasitismo e a usurpação de ninhos, foram avaliados através de estatística descritiva.

Para os dados referentes ao número de células, tamanhos das células e da célula vestibular, bem como a razão sexual, foi realizado o teste de correlação de Pearson, com a utilização do programa estatístico SAS. A relação entre os fatores climáticos (temperatura, precipitação e velocidade do vento) e a coleta dos recursos florais (óleo, pólen, néctar e material vegetal) foi avaliada pelo teste de correlação de Pearson, através do programa estatístico SAS. Já os dados de médias de número de viagens de coleta dos recursos florais, médias de horários de viagens ao campo e médias de horários de viagens ao campo por recurso floral, foram feitas análises de variância com teste de comparação de médias de Tukey a 5%.

Resultados

Nidificação

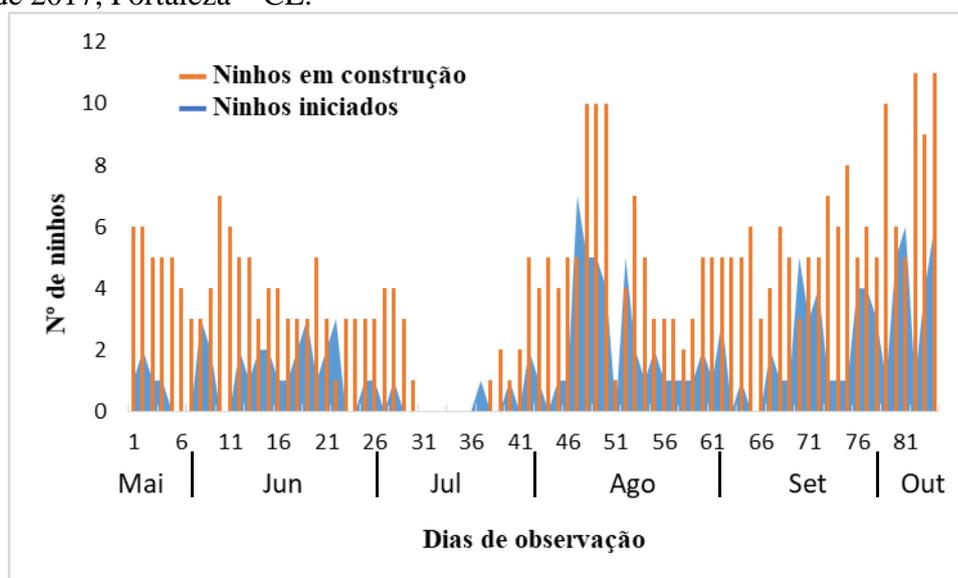
Ao disponibilizar os ninhos-armadilhas (NAs) em campo, observou-se todo o comportamento de nidificação da abelha *Centris analis* nessas estruturas. Inicialmente, durante a escolha de um local para nidificar, a fêmea voava em volta dos blocos de madeira, entrando e saindo de vários NAs. Ela andava até o final do tubo e saía, fazendo o seu reconhecimento até escolher um deles para dar início às atividades de nidificação.

O exato momento da escolha do ninho é evidente pois a fêmea de *C. analis*, após

realizar o reconhecimento, conforme descrito acima, sai do NA e gira, de forma que seu abdômen fique voltado para a entrada do ninho, e torna a entrar de costas para o seu interior. Após fazer isso, a fêmea pode permanecer no ninho por apenas alguns segundos ou até mesmo por horas, antes de dar início à coleta dos recursos florais.

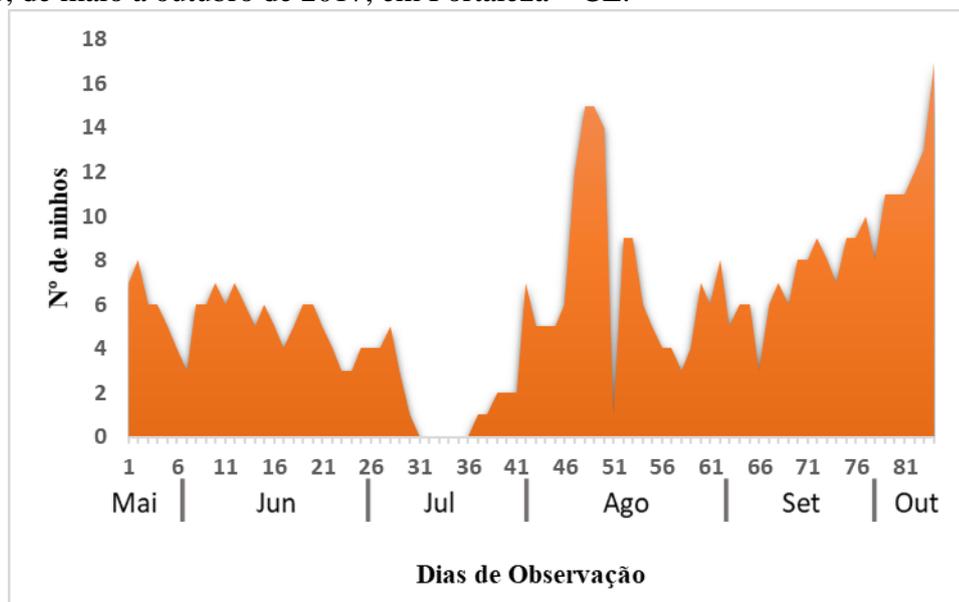
As abelhas *C. analis* apresentaram colonização e nidificação dos ninhos em todo o período avaliado (de maio a outubro), exceto por seis dias corridos em meados do mês de julho (Figura 4). Ao longo do experimento, o número de ninhos em construção a cada dia variou de 0 a 11, com pico nos dias 19 e 21 de outubro. Já o número de ninhos iniciados a cada dia, variou de 0 a 7, com pico no dia oito de agosto (Figura 4).

Figura 4 – Número de ninhos-armadilha (NAs) de abelha *Centris analis* em construção a cada dia e número de ninhos iniciados por dia, Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, de maio a outubro de 2017, Fortaleza – CE.



Os picos do número de ninhos total a cada dia ocorreram nos meses de agosto e final de setembro a outubro (Figura 5). O número máximo de NAs com abelhas em atividade foi de 17, no dia 21 de outubro, seguido dos dias 9 e 10 de agosto com 15 NAs. E o número mínimo foi de 1 nos dias 6, 13 e 14 de julho, dias que antecedem e sucedem o curto período de seis dias sem atividade nos ninhos, e também no dia 12 de agosto (Figura 5).

Figura 5 – Número total de ninhos-armadilha (NAs) (ninhos em construção + ninhos iniciados) usados pela abelha *Centris analis* por dia, no Setor de Abelhas, Campus do Pici/UFC, de maio a outubro de 2017, em Fortaleza – CE.



A cada dia foram construídas de uma a três células, sendo mais comum em todo o período de observação a abelha construir apenas uma célula por dia. O tempo médio necessário para a construção dos ninhos foi de aproximadamente $3,22 \pm 1,27$ dias.

Após a construção de todas as células de cria, em cada ninho, as abelhas deixaram um espaço entre a última célula construída até o fechamento do ninho. A esse espaço dá-se o nome de célula vestibular, e o seu tamanho variou de 0,8 cm a 10,5 cm, com média de $3,59 \pm 1,91$ cm, conforme a quantidade e o tamanho das células de crias construídas pelas abelhas.

Concluído o ninho, o tempo para o surgimento do primeiro indivíduo foi de 27 a 37 dias após o fechamento do ninho, tendo sido mais frequente o nascimento no 33º ou 34º dia, sendo sempre machos os primeiros indivíduos emergidos. Para o nascimento do último indivíduo da prole, houve uma diferença de zero a quatro dias em relação ao primeiro emergido, sendo mais frequente após um ou dois dias.

A média total de indivíduos nascidos foi de $2,87 \pm 1,39$ para machos e de $1,54 \pm 0,98$ para fêmeas. Em 26,32% dos ninhos houve o nascimento de apenas um dos sexos, sendo em 60% deles apenas abelhas macho. Como exemplo, tivemos uma relação máxima de quatro machos para nenhuma fêmea. Em ninhos com ambos os sexos, um quarto deles tinham número igual de indivíduos macho e fêmea. Nos demais ninhos, 57,14% dos indivíduos foram mais machos e 17,86% mais fêmeas. A razão sexual dos ninhos foi de $1,7\text{♂}:1\text{♀}$.

Dos 38 ninhos-armadilha avaliados, o número de células variou de um a oito, com

4,83 ± 1,57 de média. O tamanho dessas células teve uma variação de 0,8 a 2,5 cm, com média de 1,37 cm ± 0,33. A disponibilidade de recursos e a quantidade de células construídas parecem influenciar no tamanho das células em cada ninho (Tabela 1).

O número de células construídas por ninho apresentou uma correlação inversa ao tamanho das células de cria e da célula vestibular, mas direta ao número de machos e fêmeas produzidos. Dessa forma, quanto maior o número de células construídas por ninho, menor eram os tamanhos dessas células e da célula vestibular, enquanto que o número de abelhas e machos e fêmeas nascidos por ninho obviamente aumentava. Esse aumento foi maior para os machos do que para fêmeas devido a relação 1,7♂:1♀ já comentada anteriormente. No entanto, o tamanho das células de cria e vestibular também se correlacionou negativamente com o número de machos e fêmeas, sendo maior para os primeiros do que para as últimas, provavelmente porque os machos, por apresentarem porte maior, são mais sensíveis ao tamanho da célula onde se desenvolvem, precisando de células maiores que as fêmeas. Apenas o número de machos e fêmeas emergidos, não teve nenhum grau de correlação (Tabela 1).

Tabela 1 – Correlação do número de células, tamanho de células, tamanho de células vestibulares e número de macho e fêmea emergidos em ninhos armadilha de abelha *Centris analis*, Campus do Pici/UFC, Fortaleza – CE.

	Tamanho de células	Célula vestibular	Macho	Fêmea
Nº de células	-0,5011**	-0,7406**	0,8098**	0,3806**
Tamanho de células		0,3529**	-0,3874**	-0,2363*
Célula vestibular			-0,7086**	-0,2688*
Macho				-0,0750

*P<0,05; **P<0,001

Recursos florais

A espécie *C. analis*, coletora de óleo, utiliza este recurso tanto no revestimento e impermeabilização do ninho, quanto no fechamento das células e do ninho (Figura 6). Esse recurso é o primeiro a ser coletado para iniciar a construção do abrigo, como também o último. A média total de coleta desse recurso foi de 3,72 ± 1,34 viagens por ninho (Tabela 2).

Figura 6 – Abelha *Centris analis* depositando óleo floral no fechamento do ninho.



A e B abelha depositando óleo no fechamento do ninho; C – ninho fechado com óleo. Fonte: Autor (2017)

Tabela 2 – Médias do número de viagens diárias da abelha *Centris analis* para coletar diferentes recursos, Campus do Pici/UFC, em Fortaleza – CE.

Recursos Florais	Média	Erro Padrão
Pólen	10,36 a	0,3952
Néctar	5,43 b	0,1835
Material Vegetal	4,37 bc	0,2026
Óleo	3,72 c	0,1503

Em seguida, a abelha coleta o material vegetal, que consiste de pólen, fragmentos de antera, filamentos, e raspas de sacos polínicos e fibras (VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000). Esse material é usado na construção das paredes de ninho e no fechamento das células e do ninho. Tendo sido necessária uma média de $4,37 \pm 1,81$ viagens para coleta desse recurso por ninho (Tabela 2).

Antes do fechamento de cada célula, a abelha coleta alimento para o provisionamento para as crias. Primeiro ela coleta o pólen e posteriormente o néctar. A média total de viagens de coleta de pólen foi de $10,36 \pm 3,53$ e de $5,43 \pm 1,60$ para néctar por ninho (Tabela 2).

Durante todas as coletas, com exceção do néctar, a abelha entrou no ninho, fez o reconhecimento do mesmo, saiu, deu um giro e tornou a entrar, semelhante ao comportamento durante a escolha do ninho. Ao entrar, a abelha depositou o recurso trazido em suas pernas, sempre com a cabeça voltada para a saída do ninho.

No fim do dia, ao término de suas atividades, a abelha permaneceu em seu ninho até o início do dia seguinte com o abdômen voltado para a saída. Dessa forma, foi sempre possível sabermos o final de suas atividades do dia.

Correlacionando os recursos coletados com os fatores climáticos, vimos que houve relação direta dos recursos individualmente entre si e com a coleta total dos mesmos (Tabela 3). A busca de cada recurso seguiu uma ordem lógica para a construção das células e provisionamento do alimento e, portanto, ao longo do dia a abelha coletava todos.

Tabela 3 – Correlação entre os recursos coletados pela abelha *Centris analis* com os dados climáticos dos meses de maio a outubro de 2017, Campus do Pici/UFC, Fortaleza – CE.

	Pólen	Óleo	Néctar	Coleta Total	Temp. (°C)	Precip. (mm)	Vento (Km/h)
Mat. Vegetal	0,853**	0,881**	0,836**	0,929**	0,217	-0,221*	0,176
Pólen		0,853**	0,871**	0,966**	0,305*	-0,194	0,220*
Óleo			0,890**	0,939**	0,186	-0,203	0,190
Néctar				0,945**	0,238*	-0,139	0,182
Coleta Total					0,266*	-0,198	0,208

*P<0,05; **P<0,001. Mat. Vegetal: material vegetal; Temp.: temperatura; Precip.: precipitação; Vento: velocidade do vento

Também ocorreu relação direta desses recursos com fatores climáticos. A temperatura teve relação direta com os recursos utilizados na alimentação das crias (pólen e néctar), como também na coleta total desses recursos, certamente porque as coletas de pólen e néctar demandam mais viagens e suas ofertas pelas plantas normalmente são influenciadas pela temperatura em certos horários do dia, enquanto o óleo e os demais materiais vegetais, não (Tabela 3). Por outro lado, a precipitação se relacionou negativamente apenas com a coleta de material vegetal, uma vez que deveria ser difícil coletar esse recurso quando molhado. Curiosamente, a velocidade do vento influenciou positivamente apenas a coleta de pólen, quando poderia ser esperado o contrário, uma vez que se trata de atividade onde a abelha precisa planar com frequência sobre as flores enquanto empacota o pólen nas escopas (Tabela 3).

As abelhas começavam sempre suas atividades no início da manhã, logo após o nascer do sol, por volta das cinco às seis horas da manhã. O horário da primeira saída registrado às 4:53h da manhã (19 de outubro), mas em alguns dias, houve abelhas que só iniciaram suas atividades após às 9:07h (25 de julho).

Já o final de suas atividades, normalmente acontecia ao entardecer, por volta das 16 às 17h. O horário mais tardio registrado foi às 17:31h (01 e 09 de agosto), mas também houve registro das abelhas finalizarem suas atividades próximo ao final da manhã, às 11:41h (27 de setembro).

O tempo máximo de permanência das abelhas no ninho foi de 360 minutos (23 de outubro). Já o tempo máximo de permanência em campo foi de 262 minutos (6 de junho). Em todos os referidos tempos máximos, o pólen foi o recurso que estava sendo coletado. O tempo mínimo no ninho e no campo foi de um minuto.

O tempo gasto nas atividades dentro e fora do ninho foi muito relativo, podendo sofrer alterações por qualquer interferência ao longo do dia, como por exemplo a variação nos fatores climáticos e alguma possível invasão no ninho (parasitismo ou usurpação).

Os horários de maior fluxo de forrageamento pelas abelhas aconteceram no período da manhã (até às 9 horas) (Tabela 4). Observamos que, conforme as temperaturas ao longo do dia foram aumentando, o fluxo de visitas ao campo diminuiu. O período da tarde, quando comparado aos da manhã, registrou-se uma menor visitação das abelhas às flores (Tabela 4).

Tabela 4 – Número médio de viagens ao campo das abelhas *Centris analis* ao longo do dia para a coleta de cada recurso floral, Campus do Pici/UFC, Fortaleza – CE.

Horários do dia	Pólen	Néctar	Material Vegetal	Óleo
05:00 – 06:00	8,84 ± 5,50 aA	1,00 ± 1,96 cB	0,44 ± 1,61 cB	0,24 ± 0,52 bB
06:01 – 07:00	6,48 ± 5,05 bA	2,76 ± 3,01 abB	0,93 ± 1,36 bcC	0,38 ± 0,82 bC
07:01 – 08:00	4,41 ± 4,54 cA	3,13 ± 2,92 aB	2,07 ± 1,81 abBC	1,13 ± 1,64 abC
08:01 – 09:00	3,78 ± 4,09 cdA	1,93 ± 2,66 bcB	2,21 ± 2,45 aB	1,43 ± 1,50 abB
09:01 – 10:00	2,90 ± 3,00 dA	1,30 ± 2,68 cB	1,10 ± 1,63 abcB	1,00 ± 1,36 abB
10:01 – 11:00	2,79 ± 2,29 deA	1,69 ± 2,80 bcAB	1,45 ± 2,60 abcB	0,96 ± 1,52 abB
11:01 – 12:00	2,03 ± 2,17 defA	1,43 ± 2,17 cA	1,18 ± 1,94 abcA	1,57 ± 2,38 aA
12:01 – 13:00	1,00 ± 1,11 fA	1,36 ± 1,86 cA	1,56 ± 2,27 abcA	0,68 ± 1,03 abA
13:01 – 14:00	0,82 ± 0,98 fA	1,36 ± 1,87 cA	1,21 ± 2,11 abcA	0,68 ± 0,90 abA
14:01 – 15:00	0,67 ± 1,24 fA	0,96 ± 1,58 cA	0,92 ± 1,14 bcA	1,11 ± 1,34 abA
15:01 – 16:00	0,65 ± 0,84 fA	0,42 ± 0,70 cdA	0,65 ± 1,01 cA	1,35 ± 1,16 abA
16:01 – 18:00	1,46 ± 1,36 fAB	0,88 ± 1,61 cAB	0,38 ± 0,80 cB	1,77 ± 1,48 aA

Médias nas colunas, seguidas por letras minúsculas distintas, diferem entre si ($P < 0,05$); Médias nas linhas, seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem entre si ($P < 0,05$).

Considerando a coleta de recursos ao longo do dia, obteve-se que as abelhas coletaram todos os recursos em todos os horários estudados. No entanto, elas apresentaram preferências significativas ($p < 0,05$) de coleta de certos recursos em certas horas do dia (Tabela 4). Assim, a maior busca por pólen, néctar e material vegetal ocorreu no período da manhã, com maior forrageamento nos horários entre 5 e 7 horas para o pólen, entre 6 e 8 horas para o néctar e entre 7 e 9 horas da manhã para o material vegetal. Por outro lado, a coleta de óleo foi feita principalmente a tarde (Tabela 4).

A coleta do material vegetal e do óleo se manteve constante ao longo de quase todo o dia, diferindo apenas nas primeiras horas da manhã para ambos e no final da tarde para o material vegetal (Tabela 4).

Pela manhã, o pólen foi o recurso mais coletado, diferindo de todos os recursos, com exceção do néctar, das 10 às 11 horas. Ao avaliarmos a coleta de os recursos por hora do dia, não obtivemos diferenças estatísticas entre os recursos após as 12 horas da manhã, com uma pequena exceção das 16 às 18 horas (Tabela 4).

Parasitismo e usurpação de ninhos

Em alguns ninhos houve parasitismo por cleptoparasitas do gênero *Coelioxys* sp. (Figura 7). Dentro do período avaliado, foi observada a atuação dos parasitas nos meses de maio, junho, setembro e outubro, sempre no período da manhã, principalmente nas três primeiras horas do dia. Das 158 células dos 38 ninhos-armadilha em que foram avaliados sua razão sexual, foi encontrado um percentual de 7,89% de ninhos parasitados e 2,53% de células parasitadas.

Figura 7 – Parasitismo de ninhos da abelha *Centris analis* por espécies de abelhas cleptoparasitas do gênero *Coelioxys* sp.



A – parasita do gênero *Coelioxys* sp.; B – parasita entrando em um ninho; C – nascimento de dois cleptoparasitas e uma abelha *Centris analis* fêmea. Fonte: Autor (2017).

Nas observações realizadas, constatou-se que o parasita visitou vários ninhos até escolher um com uma célula ainda em construção, onde depositou seu ovo. Em alguns casos, foi observado que o parasita visitou o ninho escolhido por alguns dias, sempre após constatar a saída da abelha proprietária do ninho.

Também foi observado em uma ocasião, que a abelha ao perceber que o ninho havia sido parasitado, fez uma breve limpeza no mesmo e só depois retomou as atividades de coletas de recursos e da construção da célula.

Outro fato ocorrido foi o da usurpação de ninhos (Figura 8). Durante os meses avaliados, apenas em outubro houve a invasão dos ninhos por outras fêmeas de abelhas *Centris analis*. Dentre os dias de avaliação nesse mês, sete ninhos foram invadidos por outras fêmeas e possivelmente usurpados.

Figura 8 – Usurpação de ninhos da abelha *Centris analis* por abelhas da mesma espécie.



Fonte: Autor (2017).

Durante todo o período de avaliação, aconteceu também, o fato de a abelha proprietária de um ninho não mais retornar e uma outra abelha, no mesmo dia ou depois, tomar esse ninho para si e continuar normalmente a construção das células. Esse fato foi bastante recorrente, sucedendo em todos os meses de avaliação.

Discussão

Nidificação

O comportamento das abelhas *Centris analis* durante a escolha do ninho parece seguir sempre o mesmo padrão, com voos próximos, seguido de algumas visitas até a escolha final de um ninho para iniciar sua prole (DE JESUS; GARÓFALO, 2000). A colonização e a nidificação dos ninhos aconteceram por todo o período avaliado (maio a outubro), com exceção de seis dias corridos em meados do mês de julho. Lima *et al.* (2017) estudando essa espécie de abelha durante o mesmo período de tempo em um fragmento de mata Atlântica em Salvador - BA, só obtiveram nidificação nos meses de maio e outubro. Aparentemente, as condições ambientais influenciam na atividade reprodutiva de *C. analis* ao longo do ano.

Os picos de nidificação por essas abelhas iniciados no final de setembro e início de outubro, coincidem com o início da floração do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.), que se estende de outubro a janeiro (PEREIRA; FREITAS, 2002) confirmando assim, a importância de plantas com flores produtoras de óleos para a manutenção dessas abelhas.

Com o uso da técnica de ninhos-armadilha é possível conhecer toda a estrutura dos ninhos, bem como a quantidade de células e o tamanho das células de cria e da célula

vestibular. No entanto, o número de células por ninho parece variar bastante nessa espécie, uma vez que existem relatos de até 16 células em um único ninho, embora em condições ecológicas e de nidificação distintas das do presente estudo (MOURE-OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Variações no tamanho das células construídas parecem ser normais nessa espécie de abelha, visto que não foi percebido nenhum tipo padrão no tamanho das células em alguns trabalhos consultados (MORATO; GARCIA; CAMPOS, 1999; AGUIAR; GARÓFALO; ALMEIDA, 2005; ALONSO; SILVA; GARÓFALO, 2012).

A célula vestibular foi encontrada em todos os ninhos, sendo muito comum em ninhos de espécies de abelhas solitárias (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; CAMAROTTI-DE-LIMA; MARTINS, 2005; OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009; SILVA; VIANA; NEVES, 2001; VIEIRA DE JESUS; GARÓFALO, 2000). No trabalho de Oliveira e Schindwein (2009), realizado em dois pomares de acerola, o tamanho médio das células foi inferior ao do presente trabalho, podendo-se inferir que essa diferença foi possivelmente ocasionada pela abundância de recursos na área.

A razão sexual pode variar de acordo com a disponibilidade de recurso, temperatura e o diâmetro e o comprimento dos ninhos-armadilha (NAs) (ALONSO; SILVA; GARÓFALO, 2012; COUTO; CAMILLO, 2007; MOURE-OLIVEIRA *et at.*, 2017). Nos ninhos que tinham ambos os sexos, os machos sempre emergiam primeiro, em decorrência de suas células serem dispostas mais externamente (ALVES-DOS-SANTOS; MACHADO; GAGLIANONE, 2007; MOURE-OLIVEIRA *et at.*, 2017).

A utilização de ninhos-armadilha nos possibilita conhecer melhor todo o comportamento e desenvolvimento diário – neste trabalho, observado ao longo dos meses – de abelhas coletoras de óleo, como a *C. analis*. Essa técnica, nos possibilita manejar adequadamente essas abelhas dentro de áreas de culturas agrícolas, respeitando todo o ciclo produtivo da cultura e o ciclo de vida da abelha, para assim, melhorar e maximizar a produção da cultura.

Recursos florais

A abelha faz inúmeras viagens ao longo do dia, em busca de recursos nas flores para a construção do seu ninho. Para dar início a um ninho, o óleo é o primeiro recurso a ser coletado, para que possa ser feito todo o seu revestimento. Além disso, juntamente com o material vegetal, o óleo é importante no fechamento dos ninhos (DE JESUS; GARÓFALO, 2000).

O número de viagens para cada recurso é variável a cada dia. Apesar dessa variabilidade, De Jesus e Garófalo (2000), em uma pesquisa com abelhas *C. analis* realizada no estado de São Paulo, encontraram valores no número de viagens para cada recurso coletado que se assemelharam aos deste trabalho.

Os fatores climáticos (temperatura e precipitação) podem ter influência na abundância dos ninhos em campo e conseqüentemente, na coleta de recursos florais, como o pólen e o néctar, já que a floração pode ser fortemente afetada por esses fatores (PINA; AGUIAR, 2011).

Alguns trabalhos (AGUIAR; MARTINS, 2002; ARAÚJO; LOURENÇO; RAW, 2016) mostram que estes fatores podem ter uma correlação positiva com a abundância dos ninhos, porém, Pina e Aguiar (2011), não encontraram conexão desses fatores com tal abundância. Já Gazola e Garófalo (2009), concluíram que a estabilidade climática resultou em uma estabilidade populacional.

É importante salientar que, como as observações foram feitas principalmente no período de seca, não houve influência das chuvas na visitaçã das abelhas às flores. Não havendo diferença significativa nem na permanência no ninho e nem na permanência no campo ao longo dos meses observados.

Dutra e Machado (2001) estudando a visitaçã de abelhas às flores de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth em Rio Claro - SP, observaram uma influência do vento na visitaçã das abelhas *C. analis* e *C. tarsata* às flores, tendo as abelhas preferido velocidades mais baixas. Os autores relatam que os picos de visitaçã das abelhas às flores ocorreram com a velocidade do vento a 0,3 m/s. Nos meses avaliados neste trabalho, a velocidade média dos ventos foi maior, variando de 0,75 a 1,19 m/s, sendo uma possível causa da correlaçã do pólen com a velocidade do vento.

O início da visitaçã das abelhas às flores normalmente ocorria no início da manhã, entre às 6 e 9h. Nos períodos mais quentes do dia observou-se que elas permaneciam mais tempo no ninho, ocasionando uma queda na busca dos recursos florais no campo. Siqueira *et al.* (2011), estudando a polinizaçã de três variedades de acerola em Petrolina – PE, verificaram que o mesmo ocorria com outras cinco espécies de abelhas do gênero *Centris*. Em contrapartida, outros estudos constataram picos de visitaçã de abelhas do gênero *Centris* nos períodos mais quente do dia (DUTRA; MACHADO, 2011; SOUZA *et al.*, 2016).

Souza *et al.* (2016) obtiveram picos de forrageamento em flores de *Malpighia emarginata* para cinco diferentes espécies de *Centris* sp. entre às 10 e 12 horas. Já Dutra e Machado (2011), obtiveram picos de abelhas *C. analis* e *C. tarsata* em flores de *Stenolobium*

stans entre às 11 e 14 horas. Os trabalhos citados acima contrapõem nossos resultados, pois a partir das 10 horas da manhã, com o aumento da temperatura, as viagens das *C. analis* ao campo começavam a diminuir.

O tempo gasto nas atividades dentro e fora do ninho foi muito relativo, e podia sofrer alterações por qualquer interferência surgida ao longo do dia, como por exemplo, variação nos fatores climáticos e alguma possível invasão no ninho (parasitismo ou usurpação).

Oliveira e Schlindwein (2009) obtiveram em seu trabalho, tempos dentro e fora do ninho para a conclusão total de uma célula, inferiores ao tempo máximo que obtivemos na permanência da abelha no ninho e no campo no decorrer da construção de uma célula, sendo que essas variações extremas no tempo, ocorreram por usurpação, parasitismo e mudanças climáticas (vento e chuva).

É importante entender toda a dinâmica de coleta de recursos, bem como as interferências climáticas ao longo do ano, para que possamos usar adequadamente a técnica de ninhos-armadilha em áreas agrícolas, visando o uso dessas abelhas para a polinização, em especial de espécies produtoras de óleo, como a aceroleira e o muricizeiro.

Parasitismo e usurpação de ninhos

O cleptoparasita *Coelioxys* sp. é um inimigo natural com ampla distribuição geográfica, sendo muito comum em ninhos de abelhas solitárias, como a *Centris analis* (AGUIAR; MARTINS, 2002; GAZOLA; GARÓFALO, 2009; STANGLER; HANSON, 2016; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2017).

Esse parasita foi o único visto visitando os ninhos da área experimental, em todo o período de avaliação. Parasitismo semelhante por abelhas do gênero *Coelioxys* em ninhos de abelhas *C. analis* foi encontrado no estado da Paraíba (AGUIAR; MARTINS, 2002). Em contrapartida, De Jesus e Garófalo (2000), no estado de São Paulo, encontraram um menor parasitismo por *Coelioxys*, porém, além da abelha cleptoparasita, mais outros dois parasitas foram encontrados nas células dos ninhos.

Vinson, Frankie e Rao (2011) estudando o comportamento de parasitismo de *Coelioxys chichimeca* em ninhos da abelha solitária *Centris bicornuta*, constaram que após retornar ao seu ninho e perceber que houve a visita do parasita, essa abelha removeu todo o néctar e possivelmente parte do pólen depositado no ninho. Comportamento semelhante foi visto no presente trabalho, onde todo o pólen depositado no ninho foi removido após a abelha

C. analis retornar ao seu ninho e perceber que houve a invasão do parasita. Após a limpeza, a abelha retomou normalmente sua atividade de coleta de pólen e néctar para provisão.

Além dos inimigos naturais, os ninhos podem ser usurpados por outras abelhas da mesma espécie. Essa atividade foi percebida fortemente no mês de outubro, onde houve um aumento do fluxo de abelhas na área experimental, coincidindo com início da floração do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*), planta que possui estruturas secretoras de óleo (elaióforos) no cálice de suas flores, e pólen recoberto por óleo (PEREIRA; FREITAS, 2002). Sendo essencial, sempre disponibilizar muitos NAs na área para evitar essa competição por espaço entre abelhas da mesma espécie.

Essa usurpação ocorria sempre após a saída da abelha do ninho para o campo. Uma outra fêmea que estava em busca de um local para nidificar, invadia o ninho habitado e lá permanecia com a cabeça voltada para a entrada. A abelha dona do ninho ao perceber a invasão pousava de frente para a entrada e com suas mandíbulas tentava tirar a invasora, que também se defendia com as mandíbulas. Essa disputa pode durar apenas alguns segundos ou até mesmo horas (MOURE-OLIVEIRA *et al.*, 2017).

3 CONCLUSÕES

As abelhas *Centris analis* colonizam e nidificam facilmente em ninhos-armadilha por um longo período do ano sob condições tropicais, e a utilização desse tipo de ninho possibilita multiplicar populações dessa abelha para uso potencial na polinização agrícola. No entanto, a rápida resposta de fundação de novos ninhos quando plantas fornecedoras de óleo iniciaram o florescimento e o conseqüente comportamento de usurpação de ninhos observados, mostram que tanto as fontes de óleos como disponibilidade de locais para nidificação são fatores limitantes ao crescimento populacional dessa espécie em criatórios.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. Supl 1, p. 101-116, 2002.
- AGUIAR, C. M. L.; GAGLIANONE, M. C. nesting biology of *Centris (Centris) aenea lepeletier* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 601-606, 2003.
- AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata smith* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 477-486, 2004.
- AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 323-330, 2006.
- AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea) in areas of dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1030-1038, 2005.
- AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 15-24, 2005.
- AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F.; CARVALHO, C. A. L. D. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. 2003.
- AGUIAR, M. J. N.; VIANA, T. V. A.; AGUIAR, J. V.; LIMA, J. B.; CRISÓSTOMO JÚNIOR, R. R.; AQUINO, F. C.; CARNEIRO, F. A.; BARRETO, J. H. C. Dados Climatológicos: Estação de Fortaleza, 2001. **Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza**, n. 61, 2002.
- AHMAD, M.; BODLAH, I.; MEHMOOD, K.; SHEIKH, U. A. A.; AZIZ, M. A. Pollination and foraging potential of European bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) on tomato crop under greenhouse system. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 47, n. 5, 2015.
- ALONSO, J.D.S.; SILVA, J.F.; GARÓFALO, C.A. The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Apidologie**, v. 43, n. 4, p. 436-448, 2012.
- 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. Nesting biology of *Anthodiocetes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 739-744, 2004.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I. C.; GAGLIANONE, M. C. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 544-557, 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MELO, G. A. R.; ROZEN JR, J. G. Biology and immature stages of the bee tribe Tetrapediini (Hymenoptera: Apidae). **American Museum Novitates**, p. 1-45, 2002.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; NAXARA, S. R. C.; PATRÍCIO, E. F. L. R. A. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), na oil collecting bee. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, p. 425-430, 2006.

ANDERSON, W. R. The origin of the Malpighiaceae-the evidence from morphology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**. p. 210-224, 1990.

ARAÚJO, P. C. S.; LOURENÇO, A. P.; RAW, A. Trap-nesting bees in Montane Grassland (Campo Rupestre) and Cerrado in Brazil: collecting generalist or specialist nesters. **Neotropical entomology**, v. 45, n. 5, p. 482-489, 2016.

BENEVIDES, C. R.; GAGLIANONE, M. C.; HOFFMANN, M. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 415-421, 2009.

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**, v. 44, n. 6, p. 738-749, 2013.

BRITO, C. M. S.; RÊGO, M. M. C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 631-638, 2001.

BUCHMANN, S. L. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 18, n. 1, p. 343-369, 1987.

CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F. Nesting biology of *Anthodioctes lunatus* (Smith)(Hymenoptera: Megachilidae: Anthidiini) in a savanna-like vegetation, Paraíba State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 375-380, 2005.

CANE, J. H. Pollinating bees (Hymenoptera: Apiformes) of US alfalfa compared for rates of pod and seed set. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, n. 1, p. 22-27, 2002.

CANE, J. H.; DOBSON, H. E. M.; BOYER, B. Timing and size of daily pollen meals eaten by adult females of a solitary bee (*Nomia melanderi*) (Apiformes: Halictidae). **Apidologie**, v. 48, n. 1, p. 17-30, 2017.

CAPPELLARI, S. C.; MELO, G. A. R.; AGUIAR, A. J. C.; NEFF, J. L. Floral oil collection by male *Tetrapedia* bees (Hymenoptera: Apidae: Tetrapediini). **Apidologie**, v. 43, n. 1, p. 39-50, 2012.

CASTRO, M. S. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. In: **Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and**

Nature: Proceedings of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with Emphasis on Bees. Ministry of Environment, Brasília. p. 275-288, 2002.

CHAUVEAU, O.; EGGERS, L.; RAQUIN, C.; SILVÉRIO, A.; BROWN, S., COULOUX, A.; CRUAUD, C.; KALTCHUK-SANTOS, E.; YOCKTENG, R.; SOUZA-CHIES, T. T.; NADOT, S. Evolution of oil-producing trichomes in *Sisyrinchium* (Iridaceae): insights from the first comprehensive phylogenetic analysis of the genus. **Annals of Botany**, v. 107, n. 8, p. 1287-1312, 2011.

CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee world**, v. 72, n. 2, p. 47-59, 1991.

COUTO, R. M.; CAMILLO, E. Influence of temperature on the immatures mortality of *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n. 1, p. 51-55, 2007.

DA COSTA DÓREA, M. D.; AGUIAR, C. M. L.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. D. A. R. D. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of Caatinga vegetation from Brazil. **Oecologia australis**, v. 14, n. 1, p. 232-237, 2010.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 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**, v. 52, n. 4, p. 1-28, 2013.

DÓREA, M. C.; SANTOS, F. A. R.; LIMA, L. C. L.; FIGUEROA, L. E. R.. Pollen analysis of the post-emergence residue of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) nests. **Neotropical entomology**, v. 38, n. 2, p. 197-202, 2009.

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. Ninhos de *Centris* (*Heterocentris*) *terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de mata atlântica secundária, Salvador, BA. 2008.

DUTRA, J. C. S.; MACHADO, V. L. L. Flowering entomofauna in *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 43-53, 2001.

FERREIRA, V. S.; AGUIAR, C. M. L.; OLIVEIRA, E. J. F.; COSTA, M. A.; SANTOS, G. M. M.; SILVA, J. G. Mitochondrial DNA variability in populations of *Centris aenea* (Hymenoptera, Apidae), a crop-pollinating bee in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 1, p. 830-837, 2013.

FLISZKIEWICZ, M.; GIEJDASZ, K.; WILKANIEC, Z. The importance of male red mason bee (*Osmia rufa* L.) and male bufftailed bumblebee (*Bombus terrestris* L.) pollination in blackcurrant (*Ribes nigrum* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 86, n. 5, p. 457-460, 2011.

FRANKIE, G. W.; NEWSTROM, L.; VINSON, S. B.; BARTHELL, J. F. Nesting-habitat

preferences of selected *Centris* bee species in Costa Rican dry forest. **Biotropica**, p. 322-333, 1993.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. Academic press, Ed. 2. 1993.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E. **Importância da disponibilidade de locais para nidificação de abelhas na polinização agrícola: o caso das mamangavas de toco**, 2009. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo2.htm>> Acesso em: 15 de maio 2018.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; BRANDÃO, G. F.; ARAÚJO, Z. B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, v. 133, n. 3, p. 303-311, 1999.

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

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

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

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**, v. 12, 2014.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 109-121, 1998.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Crop consortium to improve pollination: can West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) attract *Centris* bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. 1ed. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC, p. 193-201, 2004.

GAGLIANONE, M. C. Nesting biology, seasonality, and flower hosts of *Epicharis nigrita* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with a comparative analysis for the genus. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 3, p. 191-200, 2005.

GAGLIANONE, M. C. Nidificação e forrageamento de *Centris* (*Ptilotopus*) *scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. Supl 1, p. 107-117, 2001.

GAGLIANONE, M. C.; ROCHA, H. H. S.; BENEVIDES, C. R.; JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 152-164, 2010.

GAZOLA, A. L.; GARÓFALO, C. A. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest

fragments of the State of São Paulo, Brazil. **Genetics and molecular research**, v. 8, n. 2, p. 607-622, 2009.

GIMENES, M.; LOBÃO, C. S. A polinização de *Krameria bahiana* BB Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na restinga, BA. **Neotropical entomology**, v. 35, n. 4, p. 440-445, 2006.

GONÇALVES, L.; SILVA, C. I.; BUSCHINI, M. L. T. Collection of pollen grains by *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Apidae: Centridini): is *C. tarsata* an oligolectic or polylectic species. **Zoological Studies**, v. 51, n. 2, p. 195-203, 2012.

GRUBER, B.; ECKEL, K.; EVERAARS, J.; DORMANN, C. F. On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. **Apidologie**, v. 42, n. 5, p. 564, 2011.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; FREITAS, B. M.; CASTRO, M. S.; SANTOS, I. A.; VENTURIERI, G. C. Abelhas e desenvolvimento rural no Brasil. **Mensagem Doce**. 2005. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/abelhas1.htm>> Acesso em: 15 ago 2018.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Abelhas sociais e flores: análise polínica como método de estudo. **Flores e abelhas em São Paulo**, p. 17-30, 1993.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Básica Municipal**. Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Fortaleza.pdf> Acesso em: 23 jan 2018.

IPBES. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. 2016.

JUNQUEIRA, C. N.; HOGENDOORN, K.; AUGUSTO, S. C. The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, n. 6, p. 884-889, 2012.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C. D.; ASSIS, M. D. G. P. D. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2001.

KNOLL, F. R. N.; BEGO, L. R.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. As abelhas em áreas urbanas. In: JR PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. 2. Ed. São Paulo:EDUSP, p. 31-42, 1993.

KROMBEIN, K. V. Trap-nesting wasps and bees. **Smithsonian Inst., Washington, DC**, p. 1-570, 1967.

LIMA, R.; FERREIRA-CALIMAN, M. J.; DÓREA, M. C.; GARCIA, C. T.; SANTOS, F. A. R.; DE OLIVEIRA, F. F.; GARÓFALO, C. A. Floral Resource Partitioning between *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) and *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874 (Hymenoptera, Apidae, Centridini), in an Urban Fragment of the Atlantic Forest.

Sociobiology, v. 64, n. 3, p. 292-300, 2017.

LIMBERGER, D. H.; BARBOSA, D.; CRUPINSKI, E. F.; DA SILVEIRA, R. N. Serviços ecossistêmicos: abelhas e as interações antrópicas. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2017.

LUSTOSA, S. R.; GALINDO, A. B.; NUNES, L. C.; RANDAU, K. P.; ROLIM NETO, P. J. Propolis: updates on chemistry and pharmacology. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 447-454, 2008.

MACHADO, I. C. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. **Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza, BR: Editora Universitária, p. 255-280, 2004.

MACHADO, I. C.; VOGEL, S.; LOPES, A. V. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by Long-Legged, Oil-Collecting Bees in NE Brazil. **Plant Biology**, v. 4, n. 3, p. 352-359, 2002.

MADEIRA-DA-SILVA, M. C.; MARTINS, C. F. Abelhas (hymenoptera, apoidea apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, nordeste do Brasil: abundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, n. 1, p. 75-90, 2008.

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**, v. 44, n. 2, p. 234-239, 2013.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. "Catuaí Vermelho". **Científica**, v. 40, n. 1, p. 01-11, 2012.

MALERBO-SOUZA, D. T.; SANTOS SILVA, F. A. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, 2011.

MARTINS, A.C.; MELO, G.A.R.; RENNER, S.S. The corbiculate bees arose from New World oil-collecting bees: Implications for the origin of pollen baskets. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 80, p. 88-94, 2014.

MATSUMOTO, S.; ABE, A.; MAEJIMA, T. Foraging behavior of *Osmia cornifrons* in an apple orchard. **Scientia horticultrae**, v. 121, n. 1, p. 73-79, 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**, v. 51, n. 3, p. 382-388, 2007.

MESQUITA, T. M. S.; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Ocupação de ninhos-armadilha por *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874 E *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, 2009.

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

- MORATO, E. F. Biology and ecology of *Anthodioctes moratoi* Urban (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini) in continuous forests and forest fragments in Central Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 729-736, 2001.
- MORATO, E. F.; GARCIA, M. V. B.; CAMPOS, L. A. O. Biologia de *Centris Fabricius* (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 4, p. 1213-1222, 1999.
- MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; DE MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; DA COSTA, R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.
- MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; VIVALLO, F. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**, 2012. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 20 de maio 2018.
- MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2012. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 03 abril 2018.
- MOURE-OLIVEIRA; ROCHA-FILHO, L. C.; FERREIRA-CALIMAN, M. J.; GARÓFALO, C. A. Nesting dynamic and sex allocation of the oil-collecting bee *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Apidae: Centridini). **Journal of Natural History**, v. 51, n. 19-20, p. 1151-1168, 2017.
- NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 95-123, 1981.
- OLIVEIRA, F. S.; MENDONÇA, M. W. A.; VIDIGAL, M. C. S.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 82-90, 2010.
- OLIVEIRA, M. O. As abelhas *Bombus* como polinizadores agrícolas: perspectivas do uso de espécies nativas em cultivo protegido no Brasil. **ACTA Apícola Brasilica**, v. 2, n. 2, p. 28-33, 2014.
- OLIVEIRA, P. S.; GONÇALVES, R. B. Trap-nesting bees and wasps (Hymenoptera, Aculeata) in a Semidecidual Seasonal Forest fragment, southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 57, n. 13, p. 149-156, 2017.
- OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of economic entomology**, v. 102, n. 1, p. 265-273, 2009.
- PEREIRA, J. O. P.; FREITAS, B. M. Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 2, p. 5-12, 2002.

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

PETERSEN, J. D.; REINERS, S.; NAULT, B. A. Pollination services provided by bees in pumpkin fields supplemented with either *Apis mellifera* or *Bombus impatiens* or not supplemented. **PloS one**, v. 8, n. 7, p. e69819, 2013.

PINA, W. C.; AGUIAR, C. M. L. Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apidae) in orchards of Acerola (*Malpighia emarginata*) in a semiarid region of Brazil. **Sociobiology**, v. 58, n. 2, p. 379-392, 2011.

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**, v. 28, n. 2, 2012.

PITTS-SINGER, T. L.; BOSCH, J. Nest establishment, pollination efficiency, and reproductive success of *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae) in relation to resource availability in field enclosures. **Environmental entomology**, v. 39, n. 1, p. 149-158, 2010.

RAMALHO, M.; SILVA, M. Flora oleífera e sua guilda de abelhas em uma comunidade de restinga tropical. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 2, n. 1/2, p. 34-43, 2002.

RAMOS, M.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. Nesting behavior of *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) in an area of the Cerrado in the northeast of the state of Maranhão, Brazil. **Neotropical entomology**, v. 39, n. 3, p. 379-383, 2010.

REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. O murici e suas abelhas. **Ciência Hoje**, v. 208, p. 58-60, 2004.

REGO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. M.; RAMOS, M. C.; CARREIRA, L. M. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Fries) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 579-587, 2006.

RENNER, S. S.; SCHAEFER, H. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1539, p. 423-435, 2010.

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

ROBERTS, R. B.; VALLESPER, S. R. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). **Annals of the Entomological Society of America**, p. 619-627, 1978.

ROSA, J. F.; RAMALHO, M.; MONTEIRO, D.; SILVA, M. D. Sucesso reprodutivo de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae) e diversidade de abelhas Centridini (Apidae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 168-170, 2007.

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

SEDIVY, C.; DORN, S. Towards a sustainable management of bees of the subgenus *Osmia* (Megachilidae; *Osmia*) as fruit tree pollinators. **Apidologie**, v. 45, n. 1, p. 88-105, 2014.

SEZERINO, A. A.; ORTH, A. I. Limitações ao uso de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) para a polinização dirigida de cultivares: um estudo de caso com a pereira-portuguesa (*Pyrus communis* L. cv. Rocha). **Biotemas**, v. 28, n. 2, p. 73-86, 2015.

SILVA, F. O.; VIANA, B. F.; NEVES, E. L. Biology and architecture of *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nests. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 541-545, 2001.

SIQUEIRA, K. M. M.; MARTINS, C. F.; KIILL, L. H. P.; SILVA, L. T. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae). **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, 2011.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; MARACAJÁ, P. B.; AZEVEDO, A. E. C. Período de introdução de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para polinização de melão amarelo (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 01-04, 2014.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; SILVEIRA NETO, A. A.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú-CE-Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, 2009.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. S. C. As abelhas como agentes polinizadores. **REDVET. Revista electrónica de Veterinária**, v. 8, n. 3, 2007.

SOUZA, E. P.; DUTRA, J. C. S.; TAVARES, P. R. A.; PONÇO, J. V.; POLATTO, L. P. Entomofauna Visitante das Flores de *Malpighia Emarginata* Sessé e Moc. Ex dc (Malpighiaceae) em uma Área Rural do Município de Ivinhema-MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

STANGLER, E. S.; HANSON, P. E.; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf. Vertical diversity patterns and biotic interactions of trap-nesting bees along a fragmentation gradient of small secondary rainforest remnants. **Apidologie**, v. 47, n. 4, p. 527-538, 2016.

TADEY, M. Reproductive biology of *Monttea aphylla* (Scrophulariaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 59, n. 8, p. 713-718, 2012.

TEIXEIRA, L. A. G.; MACHADO, I. C. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 347-357, 2000.

TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; BAITALA, T. V.; COSTA-MAIA, F. M.; PEREIRA, H. L.; HALAK, A. L.; CHAMBÓ, E. D.; MALERBO-SOUZA, D. T. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n.4, p. 236-246, 2013.

TORRES-RUIZ, A.; JONES, R. W. Comparison of the efficiency of the Bumble Bees *Bombus impatiens* and *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of tomato in greenhouses. **Journal of economic entomology**, v. 105, n. 6, p. 1871-1877, 2012.

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

VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, v. 23, 2007.

VINSON, S. B.; FRANKIE, G.; CÔNSOLI, R. Description, comparison and identification of nests of cavity-nesting *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae: Centridini) in Guanacaste Province, Costa Rica. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 83, n. 1, p. 25-46, 2010.

VINSON, S. B.; FRANKIE, G.; RAO, A. Field behavior of parasitic *Coelioxys chichimeca* (Hymenoptera: Megachilidae) toward the host bee *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, v. 42, p. 117-127, 2011.

VOGEL, S. Ölblumen und olsammelnde Bienen. **Trop. Subtrop. Pflwelt**, v. 7, p. 1-267, 1974.

VOGEL, S.; MACHADO, I. C. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE. Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 178, n. 3-4, p. 153-178, 1991.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 174-192, 2010.

YANKIT, P.; RANA, K.; SHARMA, H. K.; THAKUR, M.; THAKUR, R. K. Effect of Bumble Bee Pollination on Quality and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) Grown Under Protected Conditions. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 7, n. 1, p. 257-263, 2018.