

Helder Canto Resende
Hugo de Azevedo Werneck
organizadores



ESTUDOS SOBRE ABELHAS E VESPAS BRASILEIRAS

uma homenagem ao
Professor Lucio Campos



Florestal, MG 2023

Este livro é uma homenagem dos alunos e amigos do Professor Lucio Campos, em comemoração aos seus 75 anos de idade e 50 anos de vida acadêmica, completados no ano de 2022.

Todos os autores e organizadores são ex-alunos, ex-orientados, alunos de seus alunos, parceiros de pesquisa e, sobretudo, amigos ligados pelo seu legado acadêmico.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos sobre abelhas e vespas brasileiras [livro eletrônico] : uma homenagem ao Professor Lucio Campos / Organizadores Helder Canto Resende, Hugo de Azevedo Werneck. – Florestal, MG: Laboratório de Genética da Conservação de Abelhas. Universidade Federal de Viçosa, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5872-589-3

1. Abelhas. 2. Vespas. 3. Apifauna – Brasil. I. Resende, Helder Canto. II. Werneck, Hugo de Azevedo.

CDD 595.79

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Créditos das imagens

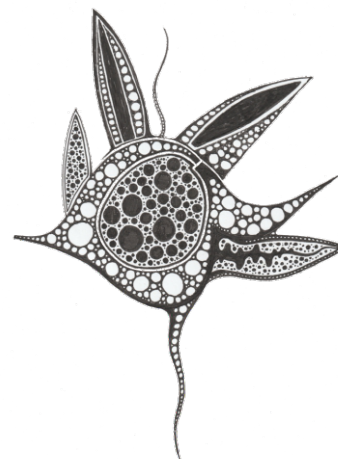
As fotos do Prof. Lucio e das abelhas que compõe a capa e páginas pré-textuais são de autoria do Prof. **José Lino Neto**, que gentilmente cedeu suas imagens. Abelhas da espécie *Plebeia lucii* Moure, 2004, descrita em homenagem ao Prof. Lucio Campos.



Plebeia lucii Moure, 2004

Créditos dos desenhos

A capa e os capítulos deste livro estão ilustrados com um desenho, todos de autoria do Prof. **Lucio Campos**, gentilmente cedidos por seus filhos, representados pela filha Sílvia Kanadani Campos. Optamos por não realizar nenhum tipo de tratamento nas imagens, preservando, inclusive, as características do papel.



Editoração

Laboratório de Genética da Conservação de Abelhas - **LaBee**
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Viçosa - campus Florestal
Rodovia LMG 818, Km 6, campus Universitário
CEP 35690-000. Florestal, MG.

5

RESUMO ABSTRACT



USO DE NINHOS-ARMADILHAS NO MANEJO E CONSERVAÇÃO DE ABELHAS *Centris* Fabricius, 1804 (APIDAE, CENTRIDINI)

Patrícia Maria Drumond

patricia.drumond@embrapa.br
Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil.

Elder Ferreira Morato

elder.morato@ufac.br
Laboratório de Ecologia de Insetos, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza,
Universidade Federal do Acre,
Rio Branco, AC, Brasil.

Gisele Garcia Azevedo

gisele.azevedo@ufma.br
Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís, MA, Brasil.

Algumas abelhas e vespas fazem ninhos em cavidades artificiais chamadas de ninhos-armadilhas, ampliando assim a disponibilidade de substratos para nidificação por esse grupo de insetos. O sucesso no emprego dessa metodologia requer, todavia, uma melhor compreensão dos diferentes fatores que podem interferir na ocupação das cavidades. Neste capítulo, são apresentados os principais fatores relacionados às abelhas do gênero *Centris* Fabricius, 1804, importantes polinizadoras de várias plantas nativas e exóticas. De acordo com a literatura consultada e com nossa experiência é ainda elevado o número de informações que necessitam de investigações adicionais associadas à confecção dos ninhos-armadilhas, instalação no campo, comportamento das fêmeas, inimigos naturais, dentre outras. Conseqüentemente, são inúmeras as oportunidades de pesquisa que podem ser desenvolvidas a fim de apoiar programas de manejo e conservação das abelhas *Centris*.

Palavras-chave: Abelhas solitárias, cavidades artificiais, Centridini, conservação.

Some bees and wasps nest in artificial cavities, named trap-nests, thus increasing the availability of nesting substrates for these insects. The successful use of this methodology requires, however, a better understanding of different factors that can affect cavity occupancy. In this chapter, we present the main factors related to *Centris* Fabricius, 1804, important pollinators of several native and exotic plants. According to the literature and our experience, there is still a large amount of information that requires further investigation concerning trap-nest manufacturing, field installation, female behavior, natural enemies, among others. Consequently, there is still considerable research to be carried out in order to support *Centris* bee management and conservation programs.

Keywords: Artificial cavities, Centridini, conservation, solitary bees.

Introdução

As abelhas do gênero *Centris* Fabricius, 1804 fazem parte de um grupo conhecido como abelhas solitárias (Michener 1974). As fêmeas investem a maior parte da vida na construção e aprovisionamento de seus ninhos, de forma independente, sem cooperação ou divisão de trabalho (Michener 2007). Raramente ocorre sobreposição entre gerações, pois, normalmente, a mãe morre antes da emergência dos filhos (Batra 1984).

Algumas espécies de *Centris* não escavam ninhos, dependendo, portanto, de cavidades naturais preexistentes no solo, barranco, bambu, junco e/ou madeira (orifícios em plantas, galerias feitas por besouros ou outros insetos e/ou ninhos abandonados) (Michener 1974). Além das cavidades naturais, as espécies de *C. (Heterocentris)* Cockerell, 1899 e *C. (Hemisiella)* Moure, 1945 ocupam, também, cavidades artificiais, conhecidas, popularmente, como “ninhos-armadilhas”, “hotel de abelhas”, “condomínio de abelhas”, “caixas de abelhas”, dentre outras denominações (Maclvor 2017).

No Brasil, o subgênero *Heterocentris* é representado pelas espécies *C. analis* (Fabricius, 1804), *C. bicornuta* Mocsáry, 1899, *C. difformis* Smith (1854), *C. labrosa* Friese, 1899 e *C. terminata* Smith, 1874, enquanto o subgênero *Hemisiella* é representado por *C. dichrootricha* (Moure, 1945), *C. lanipes* (Fabricius, 1775), *C. nigripes* Friese, 1899, *C. tarsata* Smith, 1874, *C. trigonoides* Lepeletier, 1841 e *C. vittata* Lepeletier, 1841 (Silveira et al. 2002).

Dentre as espécies que ocorrem no Brasil, Moure et al. (2012) incluíram, também, *C. (Heterocentris) adunca* Moure, 2003, *C. (Heterocentris) flavicans* Moure, 2003, *C. (Hemisiella) facialis* Mocsáry, 1899, *C. (Hemisiella) merrillae* Cockerell, 1919 e *C. (Hemisiella) nitida* Smith, 1874.

Há, todavia, algumas dúvidas que precisam ser sanadas. De acordo com Moure (2003), por exemplo, *C. labrosa* e *C. terminata* podem ser a mesma espécie. Por outro lado, Vivallo (2019) posicionou *C. merrillae* como sinônimo júnior de *C. nigrescens* Lepeletier, 1841. Não foram identificadas publicações confirmando a ocupação de ninhos-armadilhas por *C. labrosa*, *C. lanipes* e *C. nigripes*. Apesar de *Centris (Xanthemisia)* Moure, 1945 nidificar em orifícios naturais pré-existent em madeira (Silveira et al. 2002), não foram encontrados registros de ninhos-armadilhas ocupados por esse subgênero. Ademais, de acordo com Garófalo et al. (2004), *C. (Centris) aenea* Lepeletier, 1841 pode ocupar, também, ninhos-armadilhas; o que requer maior investigação,

considerando que essas abelhas são conhecidas por escavarem ninhos no solo (Silveira et al. 2002).

Confecção dos ninhos-armadilhas

Ninhos-armadilhas podem ser confeccionados com uma diversidade de materiais como bambu, cartolina, isopor, papel, plástico, madeira ou vidro (Maclvor 2017). São, normalmente, fechados em uma das extremidades com material similar ao do restante do ninho-armadilha. É possível, todavia, o emprego de algodão embebido em parafina derretida para o fechamento de uma das extremidades (Oliveira & Schlindwein 2009). Imagens ilustrativas sobre diferentes tipos de ninhos-armadilhas podem ser encontradas, por exemplo, em Krombein (1967), Aguiar & Garófalo (2004), Oliveira & Schlindwein (2009), Matsumoto & Makino (2011), Alonso et al. (2012), Carvalho et al. (2016) e Souza et al. (2019).

De modo geral, os ninhos de madeira são constituídos por duas peças perfuradas longitudinalmente, unidas com fita adesiva ou algo similar. Em menor frequência, são utilizados ninhos de observação, formados por duas placas de madeira unidas entre si, constituídas por mais de um ninho escavado na longitudinal. Entre as placas pode ser colocada uma lâmina de plástico ou folha de acetato transparente a fim de permitir a visualização e monitoramento de seu conteúdo (Oliveira & Schlindwein 2009).

Destaca-se o uso da cor preta em 100% dos ninhos-armadilhas confeccionados com cartolina. Embora não tenha sido encontrada nenhuma publicação justificando o uso desta cor, especula-se que a adoção da cor preta faça parte do conjunto de medidas no sentido de impedir a passagem de luz. Outra possibilidade seria o uso da cor preta com a finalidade de manter um ambiente interno mais aquecido; o que requer um olhar mais cuidadoso, considerando que ninhos-armadilha feitos com cartolina preta foram utilizados em regiões tradicionalmente muito quentes como o Nordeste Brasileiro (e.g. Aguiar & Garófalo 2004, Nogueira et al. 2018). Dentre os estudos consultados, em somente um deles, os ninhos-armadilhas foram feitos com papel Kraft, conhecido, popularmente, como papel pardo (Souza et al. 2018). Há disponível na internet um vídeo ensinando a fazer ninhos-armadilhas com papel reciclado (Embrapa Meio-Norte 2020).

Embora existam poucos estudos comparativos, ninhos-armadilhas de bambu parecem ser mais atrativos do que ninhos de cartolina (Westphal et al. 2008),

enquanto ninhos de madeira parecem ser os mais atra-
tivos, quando comparados aos confeccionados com
outros materiais (Maclvor 2017). Particularmente na
Amazônia, não se recomenda o uso de ninhos-
armadilhas de cartolina, papel, bambu ou plástico em
decorrência da elevada umidade em determinadas épocas
do ano, que danifica o material, além de promover o
surgimento de fungos. Recomenda-se, portanto, o
emprego de ninhos-armadilhas de madeira por serem
mais resistentes e protegerem melhor os ninhos funda-
dos (Gisele Garcia Azevedo e Élder Ferreira Morato,
dados não publicados). Há, todavia, poucos estudos
sobre as madeiras mais indicadas na confecção dos
ninhos-armadilhas (Morato & Martins 2006; Salla et al.
2008; Maclvor 2017).

Disposição no campo

Ninhos-armadilhas podem ser colocados sob
abrigos, construídos especialmente para este fim, ou
presos diretamente nas árvores e outras estruturas
preexistentes capazes de fornecer conforto térmico e
proteção contra condições climáticas adversas. São,
geralmente, dispostos de forma agrupada, formando
blocos, com ninhos-armadilhas de tamanhos e diâ-
metros iguais ou diferentes. Além do abrigo, é comum a
introdução dos ninhos-armadilhas em canos de PVC,
tijolos, blocos de madeira, isopor ou cimento-
vermiculita perfurados, conforme ilustrado, por exem-
plo, em Mesquita & Augusto (2011), Alonso et al. (2012),
Sazan et al. (2014) e Maclvor (2017).

É importante ressaltar que a disposição dos
ninhos-armadilhas em blocos é uma forma de se ade-
quar ao comportamento observado naturalmente em
diferentes espécies animais, incluindo abelhas e vespas,
conhecido como filopatria, que é a tendência em per-
manecer ou regressar a alguns locais específicos para
se alimentar e/ou procriar (Morato & Martins 2006).

Quanto ao arranjo no bloco, ninhos de bambu
organizados separadamente, como se fossem cortinas
do tipo persianas (“curtain type”) foram mais atra-
tivos do que os organizados juntos, como se fossem feixes
(“bundle type”), conforme ilustrado em Matsumoto &
Makino (2011) e Hashimoto & Endo (2014).

Na maioria dos estudos consultados para elabo-
ração desse capítulo, os ninhos-armadilhas foram ins-
talados entre 1 e 2 m do chão. Sabe-se, todavia, que
Centris dichrotricha, *C. terminata*, *C. analis* e *C. bicor-
nuta* podem ocupar ninhos-armadilhas colocados à
15,0 m de altura (Morato 2001). *Centris tarsata*, por
outro lado, ocupou ninhos-armadilhas colocados até

9,0 m (Costa et al. 2019; Torretta & Marrero 2019). Não há
consenso sobre possíveis efeitos da altura nas taxas de
ocupação dos ninhos-armadilhas e emergência de seus
ocupantes, nem tampouco sobre os fatores que promo-
veriam uma estratificação (Morato 2001; Costa et al.
2019; Torretta & Marrero 2019).

Similar ao que ocorre com outras abelhas, sinais
visuais, sonoros e químicos devem estar envolvidos na
identificação dos ninhos (Guédot et al. 2013). Antunes et
al. (2021) observaram que fêmeas de *C. analis* localiza-
ram de forma mais rápida e com maior precisão ninhos-
armadilhas com entrada azul, quando comparado com
ninhos-armadilhas com entrada verde.

De acordo com Couto & Camillo (2007) ambientes
sombreados, com temperaturas em torno de 26-27°C,
são os mais apropriados para o bom desenvolvimento
dos imaturos. Por outro lado, temperaturas acima de
38°C são consideradas letais, em particular nos estágios
iniciais do desenvolvimento (Frankie et al. 1988; Martins
et al. 2012). Adicionalmente, quanto maior o índice pluvi-
ométrico, menor o número de ninhos fundados (Costa et
al. 2019).

Uma vez no campo, faz-se necessário o monito-
ramento dos ninhos-armadilhas a intervalos regulares.
Não raramente, esses ninhos são ocupados por artrópo-
des das classes Arachnida (aranhas) e Insecta (cupins,
formigas, gafanhotos e grilos), além de cordados da clas-
se Amphibia (pererecas), dentre outros organismos,
interferindo negativamente no uso esperado das cavi-
dades artificiais (Morato & Martins 2006; Salla et al. 2008).

Dimensões internas

Diferentes espécies de *Centris* foram observadas
em ninhos-armadilhas com diâmetros variando entre 4,7
e 25 mm (Morato et al. 1999; Aguiar & Garófalo 2004).
Embora abelhas de pequeno porte possam ocupar
ninhos com diâmetros maiores, parece existir uma rela-
ção positiva entre o diâmetro dos ninhos-armadilhas e o
tamanho das fêmeas fundadoras (Krombein 1967), que
pode ser de 12,7 mm, como em *C. analis*, à 19,5 mm,
como em *C. vittata*, segundo Sazan et al. (2014).

A orientação das células dentro do ninho-
armadilha ocupado por *Centris* pode variar de linear a
oblíqua, enquanto o formato das células pode variar de
cilíndrico a ovalado (Costa & Gonçalves 2019). De acordo
com Michener & Lange (1958), o arranjo das células nos
ninhos naturais depende das dimensões internas e do
formato da cavidade utilizada. Conseqüentemente,
parece razoável supor que o mesmo ocorra nos ninhos-

armadilhas. Neste caso, ninhos-armadilhas com diâmetros pequenos ou grandes demais podem levar a divergências no padrão, normalmente, apresentado pela espécie.

Aparentemente, ninhos-armadilhas com diâmetros maiores não produzem necessariamente fêmeas ou machos maiores, segundo os estudos com *C. tarsata* (Buschini & Wolff 2006). Por outro lado, embora não tenha sido testada em *Centris*, a presença de ninhos-armadilhas ocupados por espécies de maior porte parece não interferir na ocupação dos ninhos-armadilhas restantes por espécies de menor porte, quando cavidades artificiais de diferentes diâmetros são colocadas no mesmo bloco (Matsumoto & Makino 2011).

É provável que haja relação entre comprimento do ninho-armadilha, número total de células construídas, taxa de mortalidade de imaturos e razão sexual (proporção de fêmeas e machos produzidos). Em *C. analis*, por exemplo, foi registrada maior taxa de mortalidade de imaturos nos ninhos-armadilhas com 5 cm de comprimento do que nos ninhos com 10, 15 e 20 cm de comprimento (Santos et al. 2020); maior produção de machos nos ninhos-armadilhas de 5,5 e 6 cm de comprimento do que nos ninhos com 6,5 e 7 cm de comprimento (Alonso et al. 2012) e menor número de células de cria nos ninhos-armadilhas com 5,5 cm de comprimento do que nos ninhos com 6, 6,5 e 7 cm de comprimento (Alonso et al. 2012).

O número máximo de células registrado em *Centris* encontra-se na Tabela I.

Dimensões externas dos ninhos confeccionados em madeira

Não foi identificado nenhum estudo sobre possíveis impactos das dimensões externas, no que se refere à distância entre o canal perfurado que será ocupado pela fêmea fundadora e a espessura da parede de madeira em torno desse canal.

De forma geral, espera-se que os ninhos-armadilhas sejam leves, de baixo custo e fáceis de serem instalados no campo. Morato et al. (1999), por exemplo, utilizaram ninhos-armadilhas em formato retangular, de 2,5 x 3,5 x 12,0 cm (altura x largura x comprimento), contendo um único canal por ninho-armadilha. Souza et al. (2019) utilizaram blocos de 13,5 mm de largura e 4,5 mm de altura, com 5 canais, os quais variaram em comprimento. Por outro lado, Oliveira & Schindwein (2009) utilizaram placas de madeira de 2,0 x 20,0 x 14,0 cm, compostas por 10 canais.

Modelo mais adequado

Não existe um modelo de ninho-armadilha que possa ser considerado o mais apropriado para *Centris*. De modo geral, recomenda-se o emprego de ninhos-armadilhas confeccionados com diferentes materiais, em tamanhos e diâmetros variados, espalhados na área de forma massiva e em alturas e arranjos distintos.

Caso o foco seja uma espécie em particular, experiências anteriores podem ajudar na tomada de decisões.

Tabela I. Número máximo de células de cria registrado por ninho-armadilha.

Espécie	Número máximo de células de cria registrado por ninho-armadilha	Fonte
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	13	Aguiar & Garófalo (2004) Mesquita & Augusto (2011)
<i>Centris (Hemisiella) merrillae*</i>	12	Velez et al. (2017)
<i>Centris (Heterocentris) analis</i>	12	Mesquita & Augusto (2011)
<i>Centris (Hemisiella) vittata</i>	9	Mesquita et al. (2009)
<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i>	8	Vinson et al. (2010)
<i>Centris (Hemisiella) dichrotricha</i>	7	Morato et al. (1999)
<i>Centris (Heterocentris) bicornuta</i>	7	Vinson et al. (2010)
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i>	7	Drummont et al. (2008)

* Nome válido, atualmente, segundo Vivallo (2019): *C. nigrescens*.

Vinson et al. (2011), por exemplo, utilizaram ninhos-armadilhas com diâmetro interno de 8 mm, com o intuito de investigar comportamento do cleptoparasita *Coelioxys chichimeca* Cresson, 1878 (Hymenoptera: Megachilidae) em ninhos de *Centris bicornuta*. De acordo com os autores, *C. chichimeca* evita ninhos-armadilhas com diâmetros maiores que 8 mm. Adicionalmente, ainda segundo Vinson et al. (2011), o diâmetro de 8 mm foi identificado como um dos preferidos por *C. bicornuta*.

É importante ressaltar que o êxito na ocupação dos ninhos-armadilhas envolve, possivelmente, mais de um fator, tais como competição direta entre potenciais usuários, densidade e diversidade local dos usuários e das fontes de recursos utilizadas na construção do ninho e alimentação dos adultos e imaturos, além da biologia de cada espécie, condições nutricionais e idade das fêmeas fundadoras, condições climáticas, fatores metodológicos, dentre outros (Morato & Martins 2006). A influência de cada fator, individualmente ou em interação com outros fatores, sobre os resultados obtidos é ainda um aspecto aberto a discussões.

Vegetação no entorno

Pressupõe-se que as adjacências do local onde são instalados os ninhos-armadilhas sejam determinantes nas taxas de mortalidade/emergência, bem como na abundância e diversidade de seus ocupantes. Chama a atenção, todavia, a ocupação de ninhos-armadilhas em locais com vegetação nativa (e.g. Morato et al. 1999), secundária (e.g. Drummont et al. 2008), clareiras (e.g. Morato & Campos 2000), cultivos e/ou pastagens (e.g. Coutinho et al. 2020), demonstrando a flexibilidade de *Centris* no uso do ambiente.

Além de plantas fornecedoras de pólen e néctar, é essencial que haja na área de entorno dos ninhos-armadilhas, espécies botânicas produtoras de óleo, como as da família Malpighiaceae Juss 1789 (Alves-dos-Santos et al. 2007). As flores dessas plantas possuem tecidos glandulares, chamados elaióforos, que produzem óleos não voláteis (Alves-dos-Santos et al. 2007), usados na alimentação das larvas, impermeabilização das paredes das células de cria e fechamento dos ninhos, conferindo maior proteção contra a usurpação por outras fêmeas da mesma espécie e, também, contra a ação de inimigos naturais (Vinson & Frankie 2000; Vinson et al. 2006). É possível que possuam ainda ação fungicida (Vinson et al. 2006). Aparentemente, quanto maior a diversidade de espécies de Malpighiaceae,

maior a abundância de abelhas da tribo Centridini (Silveira et al. 2002).

De modo geral, *Centris* apresenta comportamento generalista no uso de fontes de néctar, coletando esse recurso em uma ampla diversidade de plantas (Aguiar et al. 2003). Por outro lado, parece ser mais seletiva com relação às fontes de pólen e óleo, com a coleta em número relativamente menor de espécies botânicas (Aguiar et al. 2003; Oliveira & Schlindwein 2009; Dórea et al. 2010a,b; Rabelo et al. 2012; Santos et al. 2013). Adicionalmente, estudos realizados com outras abelhas solitárias, como os de Gathmann & Tscharrntke (2002) e Zurbuchen et al. (2010a,b), indicaram que poucos indivíduos conseguem cobrir longas distâncias na coleta de recursos (acima de 300 m); o que reforça a importância da vegetação nas proximidades dos ninhos-armadilhas.

Comportamento das fêmeas fundadoras

Em *C. (Heterocentris)*, as fêmeas utilizam fragmentos de madeira e outros materiais de origem vegetal na construção dos ninhos, enquanto em *C. (Hemisiella)*, as fêmeas utilizam terra ou areia coletada no ambiente externo (Silveira et al. 2002; MacIvor 2017).

Segundo Krombein (1967) e vários outros autores, o mesmo material de construção é utilizado nas partições existentes entre as células de cria, nos tampões ou opérculos, para fechamento do ninho bem como no preenchimento entre a parede do ninho e a parede da célula. Além das células de cria, podem ainda ser encontradas células intercalares e vestibulares, isto é, células vazias entre duas células de cria provisionadas, ou entre a última célula de cria provisionada e o tampão do ninho, respectivamente. A quantidade dessas células por ninho-armadilha varia de acordo com a espécie e, provavelmente, com a pressão de inimigos naturais, uma vez que sua presença é considerada uma estratégia de proteção do ninho, ao dificultar a entrada destes inimigos.

Comparativamente, as fêmeas de *Centris* são maiores que os machos (Pereira et al. 1999; Jesus & Garófalo 2000, Silva et al. 2001), em decorrência, provavelmente, de sua criação em células com maior quantidade de alimento (Alonso et al. 2012). A produção das fêmeas deve, portanto, estar associada aos períodos de maior abundância dos recursos utilizados por essas abelhas (alimento e material de construção) (Mendes & Rêgo 2007; Silva et al. 2017).

Geralmente, as fêmeas são produzidas nas primeiras células construídas, enquanto os machos são

produzidos nas últimas, mais perto da entrada (Krombein, 1967). Especula-se que essa tendência aumente as chances de sobrevivência das filhas, descendentes com maior custo de produção, quando comparado com os filhos (Seidemann 2006; MacIvor 2017).

Depois de construídas, as células de cria são provisionadas com pólen e néctar. Em seguida, a fêmea deposita o ovo sobre o néctar colocado por cima do pólen (Jesus & Garófalo 2000, Vinson et al. 2010). Caso esse ninho seja virado ou manipulado de forma descuidada, esse ovo pode afundar e morrer (Vinson et al. (2010).

Outro aspecto que pode afetar o comportamento das fêmeas é a presença de inimigos naturais, os quais podem alterar a taxa de emergência de adultos, a proporção de machos e fêmeas que emergem do ninho-armadilha e, também, o número de células intercalares e vestibulares produzidas (Krombein, 1967).

Em decorrência da multiplicidade de fatores que interferem no uso dos ninhos-armadilhas, observa-se uma ampla variabilidade nos dados quantitativos, conforme exemplificado na Tabela II.

Inimigos naturais

Há mais de 20 espécies de inimigos naturais associados a ninhos-armadilhas ocupados por *Centris* (Parizotto 2019). Dentre esses, encontram-se representantes das ordens Diptera Linnaeus, 1758, Coleoptera Linnaeus, 1758 e Hymenoptera Linnaeus, 1758 (Parizotto 2019). O mecanismo de atuação desses inimigos é ainda pouco documentado, com algumas espécies ocorrendo com maior frequência do que outras (Parizotto 2019).

Na ordem Diptera, os parasitas mais frequentes pertencem a três famílias de moscas conhecidas, popularmente, como forídeos (Phoridae Curtis, 1833), bombilídeos ou moscas-abelha (Bombyliidae Latreille, 1802) e conopídeos ou moscas de cabeça grande (Conopidae Latreille, 1802) (Parizotto 2019). Os bombilídeos são ectoparasitas de imaturos, isto é, os ovos depositados sobre larvas e pupas desenvolvem-se externamente. Por outro lado, os conopídeos são endoparasitas de abelhas adultas, com o desenvolvimento de seus ovos no interior do indivíduo parasitado (Parizotto 2019). Apesar de pouco comum, há registro de forídeos comportando-se, também, como endoparasitas (Parizotto 2019).

Fêmeas de *Centris* parasitadas por conopídeos reduzem o ritmo de construção do ninho até a completa interrupção das atividades e morte (Moure-Oliveira et

al. 2019). Podem ainda apresentar alterações no padrão de construção dos ninhos, com o fechamento de ninhos vazios ou deposição de maior quantidade de óleo no fechamento da última célula de cria e/ou de ninhos que haviam sido concluídos (Couto & Camilo 2014; Moure-Oliveira et al. 2019).

Dentre os besouros que compõem a ordem Coleoptera, destacam-se os meloídeos, do gênero *Tetraonyx* Latreille, 1805 (Meloidea). Embora sua presença tenha sido relatada em ninhos de *Centris*, não há informações sobre seu comportamento e/ou impacto (Parizotto 2019).

Em relação a ordem Hymenoptera, destacam-se abelhas das tribos Ericrocini Cockerell & Atkins, 1902 (*Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) e *Mesoplia* spp. Lepelletier, 1841), Megachilini Latreille, 1802 (*Coelioxys* spp. Latreille, 1809) e Anthidiini Ashmead, 1899, bem como as vespas das famílias Chrysididae Latreille, 1802, Leucospidae Walker, 1834 e Eulophidae Westwood, 1829 (Parizotto 2019). São identificados, pelo menos, dois mecanismos de ação desses inimigos naturais. No primeiro, comumente observado em *Coelioxys*, a fêmea cleptoparasita deposita o ovo diretamente sobre a massa de pólen e néctar disponível na célula (Vinson et al. 2011; Parizotto 2019). No segundo mecanismo, registrado em Leucospidae, por exemplo, a fêmea parasita perfura com seu ovipositor a parede lateral do ninho, a partição da última célula construída e/ou o tampão que fecha o ninho, depositando o ovo na larva, pré-pupa ou pupa da espécie hospedeira (Parizotto 2019). Há registros de *C. trigonoides* (Aguiar et al. 2006) e *C. analis* (Parizotto 2019) perseguindo e expulsando fêmeas de *Coelioxys* de seus ninhos, bem como permanecendo como guardas à entrada. Fêmeas de *C. bicornuta* foram observadas removendo o néctar previamente depositado por elas, após a deposição do ovo por *C. chichimeca* (Vinson et al. 2011).

Um mesmo ninho-armadilha pode ser ocupado, simultaneamente, por diferentes inimigos naturais. No estudo realizado por Morato et al. (1999), registrou-se a emergência de *Coelioxys* spp. (Hymenoptera) e *Tetraonyx* sp. (Coleoptera) em ninho-armadilha ocupado por *C. dichrootricha*, bem como de *Tetraonyx* sp. e uma espécie não identificada de Bombyliidae (Diptera) em ninho-armadilha de *C. terminata*. O quão comum é essa associação entre parasitas é um aspecto que requer investigações adicionais.

Parasitismo pode ser realizado, também, por espécies não reconhecidas tradicionalmente como inimigos naturais. Com as pernas anteriores e as mandíbulas, uma fêmea de *C. analis* pode, por exemplo, quebrar o

Tabela II. Comportamento de nidificação de *Centris analis*, segundo Jesus & Garófalo (2000).

Item	Informação
<i>Local do estudo</i>	<i>Universidade de São Paulo – Campus de Ribeirão Preto (área urbana)</i>
<i>Período do estudo</i>	<i>De novembro de 1993 a março de 1994</i>
<i>Material utilizado para confecção dos ninhos-armadilhas</i>	<i>Cartolina preta</i>
<i>Diâmetro dos ninhos-armadilhas colocados em campo</i>	<i>6 mm</i>
<i>Comprimento dos ninhos-armadilhas colocados em campo</i>	<i>5,8 cm</i>
<i>Número total de ninhos-armadilhas colocados em campo</i>	<i>425 ninhos-armadilhas</i>
<i>Número total de ninhos-armadilhas ocupados</i>	<i>89 ninhos-armadilhas</i>
<i>Número total de células de cria produzidas</i>	<i>254 células de cria</i>
<i>Número total de adultos produzidos</i>	<i>85 adultos</i>
<i>Razão sexual (proporção de machos e fêmeas produzidos)</i>	<i>1:1</i>
<i>Número total de células de cria com imaturos mortos, de causa desconhecida</i>	<i>159 células de cria</i>
<i>Número total de células cria parasitadas</i>	<i>10 células de cria</i>
<i>Número de viagens feitas pelas fêmeas para construção de uma célula</i>	<i>2 a 10 viagens</i>
<i>Número de viagens feitas pelas fêmeas para provisão de uma célula de cria com pólen</i>	<i>4 a 11 viagens</i>
<i>Número de viagens feitas pelas fêmeas para provisão de uma célula de cria com néctar</i>	<i>2 a 8 viagens</i>
<i>Número de viagens feitas pelas fêmeas para fechamento de uma célula de cria com óleo</i>	<i>1 a 5 viagens</i>
<i>Tempo de duração das viagens feitas pelas fêmeas para construção de uma célula de cria</i>	<i>1 a 42 minutos</i>
<i>Tempo de duração das viagens feitas pelas fêmeas para provisão de uma célula de cria com pólen</i>	<i>2 a 92 minutos</i>
<i>Tempo de duração das viagens feitas pelas fêmeas para provisão de uma célula de cria com néctar</i>	<i>0,6 a 76,0 minutos</i>
<i>Tempo de duração das viagens feitas pelas fêmeas para fechamento de uma célula de cria com óleo</i>	<i>0,9 a 25,8 minutos</i>
<i>Tempo total para construção, provisão, oviposição e fechamento de uma célula de cria</i>	<i>1 a 5 dias</i>
<i>Tempo total para construção, provisão, oviposição e fechamento de ninho com uma célula de cria</i>	<i>1 a 4 dias</i>
<i>Tempo total para construção, provisão, oviposição e fechamento de ninho com duas células de cria</i>	<i>2 a 5 dias</i>
<i>Tempo total para construção, provisão, oviposição e fechamento de ninho com três células de cria</i>	<i>2 a 10 dias</i>
<i>Tempo total para construção, provisão, oviposição e fechamento de ninho com quatro células de cria</i>	<i>3 a 10 dias</i>
<i>Tempo de desenvolvimento dos machos (do ovo ao adulto)</i>	<i>36 a 85 dias</i>
<i>Tempo de desenvolvimento das fêmeas (do ovo ao adulto)</i>	<i>37 a 88 dias</i>

tampão do ninho e a partição da última célula construída por outra fêmea de *C. analis*, entrar na célula de cria, comer o ovo existente, depositar seu próprio ovo, fechando a célula em seguida (Jesus & Garófalo 2000).

Fatores metodológicos

Alguns autores como Morato & Martins (2006) e Magalhães & Freitas (2013) sugerem que a presença de cavidades naturais pode interferir negativamente na taxa de ocupação dos ninhos-armadilhas, o que, por sua vez, pode resultar em erros de amostragem, dificultando assim a realização de análises comparativas, em particular quando se pretende investigar a riqueza e abundância de espécies em diferentes áreas (Morato & Martins 2005).

Dentre as publicações consultadas, foi comum a substituição dos ninhos-armadilhas ocupados por ninhos-armadilhas vazios. Nesse caso, os ninhos ocupados foram levados para outro local, de tal forma que os adultos emergentes pudessem ser coletados para identificação. Adultos e imaturos foram, todavia, encontrados mortos dentro desses ninhos, sem causa aparente, em níveis, às vezes elevados, de até 70%, conforme registrado em Buschini & Wolff (2006) e Oliveira & Schlindwein (2009), por exemplo. Bactérias, fungos, ácaros e vírus podem ser responsáveis por esta mortalidade, conforme sugerido em Parizotto (2019). Couto & Camillo (2007), por outro lado, destacam a importância da condição nutricional e da idade das fêmeas fundadoras na sobrevivência de imaturos. Há ainda a possibilidade da manipulação incorreta dos ninhos-armadilhas, de acordo com Vinson et al. (2010). Alternativamente, pode-se especular sobre a interferência da colocação dos ninhos-armadilhas em ambiente com temperatura e umidade distintas do ambiente que haviam sido colocados previamente.

Adicionalmente, a retirada do campo dos ninhos-armadilhas ocupados ao longo do estudo pode afetar a ocupação dos ninhos-armadilhas restantes (Guédot et al. 2013). De acordo com Vinson et al. (2011), a ocupação de ninhos-armadilhas por *Centris* foi de 1 a 2 dias, quando colocados próximos a ninhos-armadilhas colonizados. Essa ocupação foi, todavia, de 1 a 2 semanas, quando colocados pela primeira vez no campo. Ao investigar possíveis causas desses resultados, Vinson et al. (2011) concluíram que algumas espécies de *Centris* são atraídas pelo odor associado aos ninhos.

Por fim, é comum a colocação de lâmina de plástico ou folha de acetato transparente sobre a metade inferior dos ninhos em placas de madeira, a fim de

possibilitar a visualização e o monitoramento das células de cria, conforme descrito em Oliveira & Schlindwein (2009). Neste estudo, a taxa de emergência em ninhos de madeira escavados em placas foi de 29%, enquanto a taxa de emergência em ninhos confeccionados com cartolina foi de 87%. Embora não tenham sido testados, é possível que a colocação da folha de acetato, bem como a abertura da placa para visualização e monitoramento promovam alterações no microclima interno capazes de interferir na sobrevivência dos imaturos; o que poderia justificar, total ou parcialmente, alguns dos resultados obtidos por Oliveira & Schlindwein (2009).

Considerações finais

De acordo com o exposto, pode-se concluir que há ainda uma série de questões sobre ninhos-armadilhas que requerem investigações adicionais. A metodologia, no entanto, tem sido utilizada em diversos estudos sobre biologia, comportamento, abundância e diversidade de abelhas *Centris* que ocupam cavidades artificiais, bem como nos estudos que procuram mensurar o impacto das mudanças climáticas, urbanização e desmatamentos sobre esse grupo de insetos, conforme registrado nas publicações consultadas para a elaboração deste capítulo.

Ninhos-armadilhas colocados em áreas cultivadas podem ainda contribuir com o aumento na produção de frutos e sementes, graças aos serviços de polinização (Vilhena & Augusto 2007; Oliveira & Schlindwein 2009; Magalhães & Freitas 2013). Espécies de *Centris* ocupantes de ninhos-armadilhas como *C. analis*, *C. tarsata* e *C. vittata* estão associadas, por exemplo, à polinização de culturas agrícolas, como a aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) (Malpighiaceae) (Freitas et al. 1999), o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) (Anacardiaceae) (Freitas & Paxton 1998), o maracujazeiro (*Passiflora alata* Curtis) (Passifloraceae) (Silva et al. 2014) e o tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) (Fabaceae) (Silva et al. 2014). Adicionalmente, podem ser utilizados em ações educativas, em particular nas áreas urbanas, voltadas à popularização e conservação das espécies que aceitam ninhos-armadilhas (Silva et al. 2015).

Apesar de seu potencial de uso, é importante enfatizar que a taxa de êxito no emprego da metodologia de ninhos-armadilhas não deve restringir-se ao número de ninhos ocupados. É essencial o monitoramento da taxa de emergência de adultos aptos a se reproduzirem, para que esta metodologia possa ser de fato indicada na conservação das populações de *Centris*.

Referências

- Aguiar, CML & Garófalo, CA. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(3):477-486.
- Aguiar, CML, Garófalo, CA & Almeida, GF. 2006. Biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepelletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(2): 323-330.
- Aguiar, CML, Zanella, FCV, Martins, CF & Carvalho, CAL. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. *Neotropical Entomology*, 32(2): 247-259.
- Alonso, JDS, Silva, JF & Garófalo, CA. 2012. The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 43(4): 436-448.
- Alves-dos-Santos, I, Machado, IC & Gaglianone, MC. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, 11(4): 242-255.
- Antunes, PR, Telles, FJ, Rodríguez-Gironés, MA & Augusto, SC. 2021. How does the solitary bee *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) find its nest? *Ecological Entomology*, 46(5): 1165-1176.
- Batra, SW. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 250(2): 120-127.
- Buschini, MLT & Wolff, LL. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Brazilian Journal of Biology*, 66(4): 1091-1101.
- Carvalho, GCA, Carreira, LMM, Rêgo, MMC & Albuquerque, PMC. 2016. Nesting habits of *Centris (Hemisiella) dichrotricha* (Hymenoptera: Apidae) in the Northern Cerrado of Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 64(3): 1041-1056.
- Costa, CCF & Gonçalves, RB. 2019. What do we know about Neotropical trap-nesting bees? Synopsis about their nest biology and taxonomy – online version. *Papeis Avulsos de Zoologia*, 59: p. e20195926. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/view/149578> (Acessado em 18/08/2021).
- Costa, DM, Batista, MC, Brito, AS, Barros, I & Teodoro, AV. 2019. Rainfall, temperature, and vegetation type influence nesting by the oil-collecting bee *Centris (Hemisiella) tarsata* in Brazilian restinga. *Apidologie*, 50(6): 811-820.
- Coutinho, JGE, Angel-Coca, C, Boscolo, D & Viana, BF. 2020. Heterogeneous agroecosystems support high diversity and abundance of trap-nesting bees and wasps among tropical crops. *Biotropica*, 52(5): 991-1004.
- Couto, RM & Camillo, E. 2007. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Iheringia, Série Zoologia*, 97(1): 51-55.
- Couto, RM & Camillo, E. 2014. Deposições de óleo por fêmeas de *Centris analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini) parasitadas por *Physocephala* spp. (Diptera: Conopidae). *EntomoBrasilis*, 7(3): 81-85.
- Dórea, MC, Aguiar, CML, Figueroa, LER, Lima, LCL & Santos, FAR. 2010a. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie*, 41(5): 557-567.
- Dórea, MC, Aguiar, CML, Figueroa, LER, Lima, LCL & Santos, FAR. 2010b. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of caatinga vegetation from Brazil. *Oecologia Australis*, 14(1): 232-237.
- Drummont, P, Silva, FO & Viana, BF. 2008. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. *Neotropical Entomology*, 37(3): 239-246.
- Embrapa Meio-Norte. Como construir um hotel para abelhas com material reciclado. Publicado em 08/09/2020. Duração: 2:05". Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte> (Acessado 19/06/2022).
- Frankie, GW, Newstrom, LE & Barthell, JF. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in the Costa Rican dry forest. *Biotropica*, 20(4): 301-310.
- Freitas, BM & Paxton, RJ. 1998. 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*, 35(1): 109-121.
- Freitas, BM, Alves, JE, Brandão, GF & Araujo, ZB. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *The Journal of Agricultural Science*, 133(3): 303-311.
- Garófalo, CA, Martins, CF & Alves-dos-Santos, I. 2004. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests, p. 77-84. In: Freitas, BM, Pereira, JOP. (Eds.). *Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for pollination*. Fortaleza, Imprensa Universitária, 285 p.
- Gathmann, A & Tschardt, T. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71(5): 757-764.
- Guédot, C, Buckner, JS, Hagen, MM, Bosch, J, Kemp, WP & Pitts-Singer, TL. 2013. Nest marking behavior and chemical composition of olfactory cues involved in nest recognition in *Megachile rotundata*. *Environmental Entomology*, 42(4): 779-789.
- Hashimoto, Y & Endo, T. 2014. Effects of nest-trap types on monitoring of tube-nesting wasps and bees. *Humans and Nature*, 25(1): 75-83.
- Jesus, BMV & Garófalo, CA. 2000. Nesting behavior of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 31(4): 503-515.
- Krombein, KV. 1967. *Trap-Nesting Wasps and Bees: Life histories, Nests, and Associates*. Washington, D.C., Smithsonian Press, 570 p.
- Maclvor, JS. 2017. Cavity-nest boxes for solitary bees: a century of design and research. *Apidologie*, 48(3): 311-327.
- Magalhães, CB & Freitas, BM. 2013. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. *Apidologie*, 44(2): 234-239.
- Martins, CF, Ferreira, RP & Carneiro, LT. 2012. Influence of the orientation of nest entrance, shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. *Neotropical Entomology*, 41(2): 105-111.
- Matsumoto, K & Makino, S. 2011. Monitoring of tube-nesting bees and wasps with bamboo tube nest traps of different types in two types of forests in temperate Japan. *Entomological Science*, 14(2): 154-161.
- Mendes, FN & Rêgo, MMC. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilhas no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(3): 382-388.

- Mesquita, TMS & Augusto, SC. 2011. Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in the Brazilian savanna. *Tropical Zoology*, 24(2): 127-144.
- Mesquita, TMS, Vilhena, AMGF & Augusto, SC. 2009. Ocupação de ninhos-armadilhas por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de cerrado. *Bioscience Journal*, 25(5): 124-132.
- Michener, CD. 1974. *The Social Behavior of the Bees – A comparative study*. Cambridge, Massachusetts, The Belknap Press of Harvard University Press, 404p.
- Michener, CD. 2007. *The Bees of the World*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 953p.
- Michener, CD., Lange, RB. 1958. Observations on the ethology of neotropical Anthophorine bees (Hymenoptera: Apoidea). *The University of Kansas Science Bulletin*, 39(3): 285-291.
- Morato, EF. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3): 737-747.
- Morato, EF & Campos, LAO. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(2): 429-444.
- Morato, EF & Martins, RP. 2005. Diversidade e composição da fauna de vespas e abelhas solitárias do Estado do Acre, Amazônia Sul-Occidental, p. 11-40. In: Drumond, PM. (Org.). *Fauna do Acre*. Rio Branco, EDUFAC, 203 p.
- Morato, EF & Martins, RP. 2006. An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in preexisting cavities in wood. *Neotropical Entomology*, 35(3): 285-298.
- Morato, EF, Garcia, MVB & Campos, LAO. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(4): 1213-1222.
- Moure, JS. 2003. Duas espécies novas de *Centris (Heterocentris)* Cockerell, da região amazônica e do Brasil Central (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(2): 265-268.
- Moure-Oliveira, D, Hirotsu, CM, Serrano, JC & Garófalo, CA. 2019. Host-parasitoid interactions between the solitary bee *Centris analis* (Apidae: Centridini) and conopid flies (Diptera: Conopidae). *The Science of Nature*, 106(39): 1-8.
- Nogueira, DS, Cavalcante, AM, Pontes, RKO, Pick, R & Freitas, BM. 2018. Aspectos sobre a nidificação de *Centris analis* (Fabricius) (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *EntomoBrasilis*, 11(3): 162-165.
- Oliveira, R & Schlindwein, C. 2009. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology*, 102(1): 265-273.
- Parizotto, DR. 2019. Natural enemies of the oil-collecting bee *Centris analis* (Fabricius, 1804) with notes on the behavior of the cleptoparasite *Coelioxys nigrofimbriata* Cockerell, 1919 (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 70(1): 1-16.
- Pereira, M, Garófalo, CA, Camillo, E & Serrano, JC. 1999. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 30(4): 327-338.
- Rabelo, LS, Vilhena, AMGF, Bastos, Emaf & Augusto, S.C. 2012. Larval food sources of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae), an oil-collecting bee. *Journal of Natural History*, 46(17/18): 1129-1140.
- Salla, F, Lobão, MS & Morato, EF. 2008. Hóspedes das madeiras. *Ciência Hoje*, 43(1): p. 66-68.
- Santos, CO, Peixoto, PEC & Aguiar, CML. 2020. Cavity length affects the occupation of trap-nests by *Centris analis* and *Tetrapedia diversipes* (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 67(2): 261-267.
- Santos, RM, Aguiar, CML, Dórea, MC, Almeida, GF, Santos, FAR & Augusto, SC. 2013. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum and trophic niche breadth in an agroecosystem. *Apidologie*, 44(6): 630-641.
- Sazan, MS, Queiroz, EP, Ferreira-Caliman, MJ, Parra-Hinojosa, A, Silva, CI, Imperatriz-Fonseca, VL, & Garófalo, CA. 2014. *Manejo dos Polinizadores da Aceroleira*. Ribeirão Preto, Holos, 54 p.
- Seidemann, K. 2006. Open-cell parasitism shapes maternal investment patterns in the Red Mason bee *Osmia rufa*. *Behavioral Ecology*, 17(5): 839-848.
- Silva, BSML, Lopes, ADC, Faria, FS, Resende, AA, Stehmann, JR & Schlindwein, CP. 2015. Interface pesquisa, ensino, extensão no MHNJB: o conhecimento sobre as abelhas solitárias. 2015. In: I Mostra Virtual Pesquisa e Extensão na Rede de Museus. Belo Horizonte, Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, 1 p.
- Silva, CI, Aleixo, KP, Nunes-Silva, B, Freitas, BM & Imperatriz-Fonseca, VL. 2014. *Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil*. São Paulo, Instituto de Estudos Ambientais, Ministério do Meio Ambiente, 54p.
- Silva, FO, Viana, BF & Neves, EL. 2001. Biologia e Arquitetura de Ninhos de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology*, 30(4): 541-545.
- Silva, CI, Hirotsu, CM, Pacheco Filho, AJS, Queiroz, EP & Garófalo, CA. 2017. Is the maximum reproductive rate of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) associated with foral resource availability? *Arthropod-Plant Interactions*, 11(3): 389-402.
- Silveira, FA, Melo, GAR & Almeida, EAB. 2002. *Abelhas Brasileiras. Sistemática e Identificação*. Belo Horizonte, Fundação Araucária, 253 p.
- Souza, AV, Nunes, LA, Machado, CS, Sodr e, GS & Carvalho, CAL. 2018. Sexual dimorphism and morphometric characterization of *Centris tarsata* Smith, 1874, Hymenoptera: Apidae in different Environments. *Acta Agronomica*, 67(3): 438-445.
- Souza, GCS, Souza, PSS, Araujo, KLG, Rebouças, PLO & Kiill, LHP. 2019. Nidificação de espécies de *Centris* em ninhos-armadilhas para incremento dos serviços de polinização em aceroleiras. *Série Documentos (Embrapa Semiárido)*, 288(1): 31-35.
- Torretta, JP & Marrero HJ. 2019. No vertical stratification found in cavity-nesting bees and wasps in two neotropical forests of Argentina. *Neotropical Entomology*, 48(5): 779-787.
- Velez, D, Vivallo, F & Silva, DP. 2017. Nesting biology and potential distribution of an oil-collecting Centridine Bee from South America. *Apidologie*, 48(2): 181-193.
- Vilhena, AMGF & Augusto, SC. 2007. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no tri ngulo mineiro. *Bioscience Journal*, 23(1): 14-23.
- Vinson, SB & Frankie, GW. 2000. Nest selection, usurpation, and a function for the nest entrance plug of *Centris*

- bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). Annals of the Entomological Society of America, 93(2): 254-260.
- Vinson, SB, Frankie, G & Cônsoli, R. 2010. 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, 83(1): 25-46.
- Vinson, SB, Frankie, G & Rao, A. 2011. Field behavior of parasitic *Coelioxys chichimeca* (Hymenoptera: Megachilidae) toward the host bee *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). Apidologie, 42(2): 117-127.
- Vinson, SB, Frankie, GW & Williams, HJ. 2006. Nest liquid resources of several cavity nesting bees in the genus *Centris* and the identification of preservative, levulinic acid. Journal of Chemical Ecology, 32(9): 2013-2021.
- Vivallo, F. 2019. Lectotype designations, taxonomic notes and new synonymies in some species of the bee genus *Centris* Fabricius, 1804 described by Amédée Lepageletier de Saint-Fargeau (Hymenoptera: Apidae). Zootaxa, 4624(1): 23-40.
- Westphal, C, Bommarco, R, Carre, G, Lamborn, E, Morison, N, Petanidou, T, Potts, SG, Roberts, SPM, Rgyi, HS, Tscheulin, T, Vaissie`re, BE, Woyciechowski, M, Biesmeijer, JC, Kunin, WE, Settele, J & Steffan-Dewenter, I. 2008. Measuring bee diversity in different european habitats and biogeographical regions. Ecological Monographs, 78(4): 653-671.
- Zurbuchen, A, Cheesman, S, Klaiber, J, Muller, A, Hein, S & Dorn, S. 2010a. Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. Journal of Animal Ecology, 79(3): 674-681.
- Zurbuchen, A, Landert, L, Klaiber, J, Müller, A, Hein, S & Dorn, S. 2010b. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. Biological Conservation, 143 (3): 669-676.