



UFRPE

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MIRELLA CRUZ DE SA E SILVA

**OCUPAÇÃO DE NINHOS-ARMADILHA POR ABELHAS E VESPAS SOLITÁRIAS
(HYMENOPTERA, ACULEATA)**

SERRA TALHADA - PE

2023

MIRELLA CRUZ DE SA E SILVA

OCUPAÇÃO DE NINHOS-ARMADILHA POR ABELHAS E VESPAS SOLITÁRIAS
(HYMENOPTERA, ACULEATA)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mikail Olinda de Oliveira

SERRA TALHADA - PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586o Silva, Mirella Cruz de Sa e
OCUPAÇÃO DE NINHOS-ARMADILHA POR ABELHAS E VESPAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA,
ACULEATA) / Mirella Cruz de Sa e Silva. - 2023.
42 f.
- Orientador: Mikail Olinda de Oliveira.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2023.
1. Ninho artificial. 2. Atividade de nidificação. 3. Semiárido. 4. Caatinga. I. Oliveira, Mikail Olinda de, orient. II.
Título

MIRELLA CRUZ DE SA E SILVA

OCUPAÇÃO DE NINHOS-ARMADILHA POR ABELHAS E VESPAS SOLITÁRIAS
(HYMENOPTERA, ACULEATA)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mikail Olinda de Oliveira (Orientador) - UFRPE/UAST

Prof. Dr. Hélio Fernandes de Melo (Titular Interno/a) - UFRPE/UAST

Profa. Ma. Ana Luiza da Silva (Titular Interno/a) - UFRPE/UAST

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o direito da vida e por colocar no meu coração a vontade de exercer minha paixão pela ciência.

Ao Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) do Governo Lula (2003-2011), pela interiorização das universidades, bem como a chamada Lei de Cotas (2012), que me permitiu ter acesso ao ensino superior.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) por fornecer estrutura e qualidade acadêmica.

Ao Programa de Educação Tutorial (SESu/MEC) que me proporcionou viver o ensino, a pesquisa e a extensão na graduação e possibilitou minha permanência acadêmica pela concessão da bolsa que me amparou financeiramente. Em especial aos integrantes do grupo PET Biologia/UAST, pelo acolhimento, companheirismo, dedicação e amizade.

A todos os(as) professores(as) que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal, ao longo da minha vida.

Em especial, ao professor, tutor e amigo, André Luiz Alves de Lima, pelos aprendizados, conselhos e todos os momentos compartilhados, que foram fundamentais na minha jornada acadêmica.

Ao professor, Airton Torres de Carvalho, pelos ensinamentos e por me apresentar o mundo das abelhas, com muita dedicação, empenho e amor.

Ao professor e orientador, Mikail Olinda de Oliveira, pelas contribuições, acolhimento e parceria durante essa jornada.

Aos profissionais técnicos e terceirizados(as) da UAST, pelos serviços prestados.

A minha família, em especial à minha avó materna, minha mãe, meu pai e meus irmãos, que sempre cuidaram de mim e me forneceram amparo e amor durante toda minha vida.

Aos meus amigos, em especial a Ariel Nogueira, Maciel Nascimento, Marcia Nunes e Thalita Leandro, que me acompanharam em todos os momentos da graduação, deixando a jornada mais leve e cativante.

Aos meus amigos e companheiros de apartamento Duda, Ana Júlia, Thiago e Vitória, que não só dividiram despesas comigo durante esses anos, mas também sonhos e momentos bons.

A mim, mesma, por acreditar nos meus sonhos e ter persistido mesmo nos dias mais difíceis e angustiantes.

“Sempre fui sonhador, é isso que me mantém vivo”

A VIDA É DESAFIO (Racionais MC's)

RESUMO

O presente estudo objetivou analisar a ocupação e aceitação de ninhos-armadilha por abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata), bem como identificar possíveis preferências de nidificação. O Experimento foi realizado no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, durante os meses de novembro de 2022 a julho de 2023. As observações foram realizadas semanalmente, durante oito meses de amostragem. Para realizar a amostragem foram utilizados quatro Blocos Cilíndricos (BC) (n=100), com cavidades de diâmetro de 6 e 8mm. Os BC foram confeccionados com madeira nativa de alta densidade (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), não tratada. Os resultados mostraram que 58 ninhos foram fundados durante o período do estudo. A atividade de nidificação de abelhas solitárias foi superior à de vespas solitárias, durante todo o período de estudo. Houve preferência pela ocupação de cavidades com 6mm de diâmetro, assegurada por diferença estatística significativa ($p < 0,0001$), quando comparada a ocupação de cavidades com 8mm de diâmetro. Foram identificados três tipos de materiais utilizados para fechar a extremidade final dos ninhos, sendo barro o material menos frequente com 13,79% do total de ninhos, enquanto a resina foi o segundo mais utilizado com 39,66%, seguida pelo agregado de misturas com resina, com a maior proporção, de 46,55%. Os resultados indicaram que as espécies que nidificaram na área de estudo têm preferência por cavidades mais estreitas. Além disso, o presente estudo traz o alerta da incerteza da influência do ambiente na atividade de nidificação das espécies solitárias, sendo ideal adotar cautela ao escolher o local de instalação dos ninhos-armadilha.

Palavras-chaves: Ninho artificial; Atividade de nidificação; Semiárido, Caatinga.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the occupation and acceptance of trap nests by solitary bees and wasps (Hymenoptera, Aculeata), as well as identify possible nesting preferences. The Experiment was carried out on the campus of the Federal Rural University of Pernambuco, Academic Unit of Serra Talhada, during the months of November 2022 to July 2023. Observations were carried out weekly, during eight months of sampling. To carry out the sampling, four cylindrical wooden blocks (CB) (n=100) were used, with cavities with diameters of 6 and 8mm. The CBs were made with high-density native wood (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), untreated. The results showed that 58 nests were founded during the study period. The nesting activity of solitary bees was higher than that of solitary wasps throughout the study period. There was a preference for occupying cavities with 6mm in diameter, ensured by a significant statistical difference ($p<0.0001$), when compared to occupying cavities with 8mm in diameter. Three types of materials used to close the end of the nests were identified, with clay being the least frequent material with 13.79% of the total nests, while resin was the second most used with 39.66%, followed by the aggregate of mixtures with resin, with the highest proportion 46.55%. The results indicated that the species that nested in the study area prefer narrower cavities. Furthermore, the present study highlights the uncertainty of the influence of the environment on the nesting activity of solitary species, and it is ideal to adopt caution when choosing the location for installing trap nests.

Keywords: Trap-nests; Nesting activity; Semiarid, Caatinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa do Estado de Pernambuco, com destaque para o município de Serra Talhada-PE.....	23
Figura 2	Imagem de satélite da UAST/UFRPE, destacando a área de estudo.	24
Figura 3	Ninhos-armadilha fixados no tronco de árvores.....	25
Figura 4	Diferentes materiais utilizados para fechar os ninhos.....	26
Figura 5	Armadilha para capturar inseto emergente, confeccionada com canudo plástico colado na entrada do ninho com auxílio de fita adesiva.....	26
Figura 6	Número de ninhos fundados em relação aos blocos disponibilizados.....	28
Figura 7	Número de ninhos construídos por abelhas e vespas em cada mês, entre os meses de novembro e julho de 2023.....	29
Figura 8	Número e percentual de nidificação em relação ao diâmetro dos ninhos-armadilha registrados.....	30
Figura 9	Percentual (%) de diferentes materiais utilizados para fechar as extremidades finais dos ninhos.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantificação de ninhos construídos em cada bloco cilíndrico disponibilizado no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, durante os meses de novembro de 2022 a julho de 2023.....	32
-----------------	--	----

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

BC	Bloco Cilíndrico
BJ1	Bloco fixado no Juazeiro com diâmetro de 6 mm
BJ2	Bloco fixado no Juazeiro com diâmetro de 8 mm
BN1	Bloco fixado no Nim-indiano com de diâmetro de 6 mm
BN2	Bloco fixado no Nim-indiano com diâmetro de 8 mm
BSh	Clima semiárido quente
cm	Centímetros
Fig.	Figura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
m	Metros
mm	Milímetros
O	Oeste
°C	Grau Celsius
S	Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Ninhos-armadilha	15
3.2 Hymenoptera, Aculeata	16
3.2.1 Abelhas solitárias.....	17
3.2.2 Vespas solitárias	19
3.3 <i>Azadirachta indica</i> A. Juss	21
3.4 <i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild.....	21
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Área de estudo	22
4.2 Amostragem.....	24
4.3 Procedimentos	25
4.4 Análise de dados	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 Número de ninhos construídos	28
5.2 Preferência de diâmetro	29
5.3 Nidificação de abelhas e vespas solitárias	30
5.4 Materiais utilizados nas extremidades final dos ninhos	31
5.5 Efeito do local.....	32
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34-41

1. INTRODUÇÃO

As abelhas e vespas solitárias são insetos da ordem Hymenoptera, superfamília Apoidea, pertencentes respectivamente aos grupos Apiformes e Spheciformes (Brothers, 1975). As espécies solitárias caracterizam-se pela ausência de sobreposição de gerações e do comportamento cooperativo e, portanto, não apresentam comportamento social. Ao invés disso, cada fêmea, individualmente, funda seu ninho e é responsável por todas as atividades de nidificação, como a construção de células de cria, postura de ovos, defesa contra inimigos e coleta de recursos alimentares (Michener, 2007).

As abelhas e vespas solitárias constroem seus ninhos em uma grande variedade de substratos, porém a maioria das espécies utiliza o solo, enquanto estimativas na literatura sugerem que apenas 5% das espécies utilizam cavidades pré-existentes (Krombein, 1967). As espécies que nidificam acima do solo podem utilizar uma ampla variedade de materiais para fazer isso, sendo observadas oportunamente ocupando cavidades de troncos e galhos de espécies lenhosas, caules aéreos e ocos, frestas em paredes, estruturas de alvenaria, conchas e muitos outros locais (Costa; Gonçalves, 2019; Müller; Praz; Dorchin, 2018; Roubik, 2020).

Localizar os ninhos no campo por meio de busca ativa é uma tarefa desafiadora, visto que os sítios de nidificação podem estar em locais de difícil acesso, que levariam a um enorme esforço amostral (Garófalo; Martins; Alves-dos-Santos, 2004). Entretanto, fêmeas de espécies solitárias podem ser facilmente induzidas a construir seus ninhos em substratos artificiais, os chamados ninhos-armadilha, que imitam os locais naturais de nidificação e permitem aos pesquisadores observarem como esses insetos escolhem os locais de nidificação, põem os ovos, coletam recursos e aprovisionam as células (Krombein, 1967).

A exposição de ninhos-armadilhas em uma área alvo é uma abordagem experimental eficiente e relativamente simples, para amostragem de espécies que nidificam em uma determina área, uma vez que, permite a exposição de armadilhas com mesmo número de cavidades, possibilitando a padronização e evitando variabilidade amostral não desejada (Tscharrntke; Gathmann; Steffan-Dewenter, 1998). A disponibilização de cavidades em uma área amostral permite os pesquisadores acompanharem periodicamente os ninhos e registrar informações de maneira sistematizada. Os ninhos-armadilha podem ser confeccionados em blocos e discos de madeira, gomos de bambu, ou em tijolos de alvenaria (Garófalo; Martins; Santos, 2004).

Os estudos que utilizam ninhos-armadilhas para pesquisas com abelhas e vespas solitárias desempenham um papel fundamental na compreensão do comportamento desses

insetos. Os ninhos-armadilha permitem a obtenção de informações sobre o comportamento de nidificação, preferência de substrato, arquitetura dos ninhos, sazonalidade, abundância, diversidade, riqueza, além de possibilitarem a realização de estudos de conservação e ecologia (Gobatto *et al.*, 2023; Rauf *et al.*, 2022; Viana; Silva; Kleinert, 2001; Zanella; De Melo, 2012).

No Brasil, os estudos utilizando ninhos-armadilhas tiveram início ainda na década de 70, na região sudeste, por iniciativa do Professor Carlos Alberto Garófalo e colaboradores (Garófalo; Martins; Alves-dos-Santos, 2004). Desde então diversos trabalhos foram realizados e publicados, com aumento considerável da quantidade de publicações nas últimas duas décadas. Apesar dos vários trabalhos realizados, informações sobre a biodiversidade das espécies solitárias, assim como, suas interações, são limitadas e restritas para algumas regiões do país, com maior número de trabalhos desenvolvidos nas regiões sul e sudeste (Freitas *et al.*, 2009; Pires; Pompeu; Souza-Silva, 2012).

Uma vez que, informações sobre as abelhas e vespas solitárias de ocorrência na região nordeste, são escassas e inexistentes para muitos locais, torna-se necessário o desenvolvimento de novos estudos, objetivando o levantamento de informações sobre a dinâmica de nidificação em áreas ainda não amostradas na literatura, visando o levantamento de dados e possíveis correlações ecológicas. Ademais, abelhas e vespas solitárias possuem grande importância ecológica e interesse comercial, visto que atuam como provedores de serviços ecossistêmicos de grande impacto econômico. Esses insetos são polinizadores de plantas de interesse agrícola e silvestres (Wolowski *et al.*, 2019), influentes no controle de populações de outras espécies nos ecossistemas pela pressão de predação e parasitismo (O'Neill, 2001) e considerados bioindicadores de qualidade ambiental (Morato; Campos, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a ocupação e aceitação de ninhos-armadilha por abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata).

2.1 Específicos

- Determinar e comparar as taxas de ninhos construídos;
- Verificar a preferência pelo tamanho de diâmetro na construção de ninhos;
- Descrever os materiais utilizados para fechar as extremidades finais dos ninhos;
- Investigar possível influência desempenhada por *Azadirachta indica* A. Juss e *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild no número de ninhos construídos por fêmeas de abelhas e vespas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Ninhos-armadilha

A exposição de ninhos-armadilhas, em uma área alvo, para amostragem de espécies que nidificam em cavidades pré-existentes se mostra uma ferramenta eficiente e relativamente simples, pois possui baixo custo de produção, fácil acompanhamento e permite a exposição de armadilhas padronizadas, a fim de se evitar variabilidades amostrais não desejadas (Tschardtke; Gathmann; Steffan-Dewenter, 1998).

A metodologia de amostragem de ninhos-armadilha consiste em fornecer cavidades para fêmeas de abelhas e vespas solitárias construírem seus ninhos e diversos recursos podem ser utilizados para confeccionar as armadilhas. Os materiais utilizados devem conter cavidades, que podem ser padronizadas ou diferir em comprimento e diâmetro, como, por exemplo, podem ser utilizados, blocos ou discos de madeira, gomos de bambu, blocos de barro, tubos de papelão, canudos plásticos e mangueiras de borracha (Aguiar; Garófalo; Almeida, 2005; Marinho; Vivallo, 2020; Rauf et al., 2022). No campo, as armadilhas podem ser dispostas em prateleiras ou suspensas em árvores e analisadas periodicamente (Aguiar; Garófalo; Almeida, 2005; Drummont; Da Silva; Viana, 2008).

A popularização acadêmica do método de ninhos-armadilha ocorreu nos anos 60 (Fye, 1965a), com destaque para Krombein, o qual reuniu em seu livro, “*Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates*”, dados de 3.400 ninhos de abelhas e vespas, de um período de mais de 12 anos de amostragem (Krombein, 1967). Desde então, os ninhos-armadilha vem sendo empregados em uma variedade de estudos para levantamento de diversidade, história de vida e ecologia de abelhas e vespas solitárias, uma vez que, permitem a obtenção de informações referentes às espécies reprodutivamente ativas e residentes de uma determinada área (Morato; Martins, 2006).

No Brasil, os primeiros estudos utilizando ninhos-armadilha foram realizados na região sudeste, no final da década de 70 (Garófalo; Martins; Alves-dos-Santos, 2004). Desde então, diversos estudos empregando a metodologia foram conduzidos com êxito para obtenção de dados sobre diversidade e riqueza de espécies, abundância sazonal, comportamento de nidificação, acompanhamento do desenvolvimento e da arquitetura dos ninhos, bem como estudos de conservação ambiental (Aguiar; Garófalo; Almeida, 2005; Camillo *et al.*, 1995; Garófalo; Camillo; Serrano, 1989; Morato; Amarante; Silveira, 2008; Morato; Campos, 2000; Viana; Silva; Kleinert, 2001; Vieira; Cristaldo; Parizotto, 2022). Entretanto, apesar dos vários

trabalhos realizados, o maior número de trabalhos desenvolvidos se concentra nas regiões sul e sudeste do país, com dados reduzidos para as demais regiões, que por vezes são subamostradas (Pires; Pompeu; Souza-Silva, 2012).

3.2 Hymenoptera, Aculeata

A ordem Hymenoptera é uma das ordens mais importantes em termos de diversidade e relevância ecológica, com cerca de 118.000 espécies conhecidas (Bánki *et al.*, 2023), representando a terceira ordem mais populosa da classe Insecta (Lima, 1960). Os Hymenoptera compreendem diversas espécies, que são agrupadas em três grandes grupos, Symphyta (vespas-serras), Parasitica (vespas parasitas) e Aculeata (abelhas, formigas e demais vespas) (Branstetter *et al.*, 2018).

O termo Aculeata é uma referência à característica distintiva do grupo, a modificação do ovopositor em ferrão (do latim *aculêus*), ou seja, inclui os representantes de Hymenoptera com ferrão, apesar de o grupo também conter as formigas (Formicidae) e as abelhas (Apidae) (Rafael *et al.*, 2012), na qual muitas espécies, ao longo do processo evolutivo tiveram seus ferrões atrofiados ou sofreram vários graus de redução (Hölldobler; Wilson, 1990; Mangabeira; Almeida; Santos, 2021).

Os representantes da ordem Hymenoptera são amplamente diversos em ambientes naturais, mas também ocorrem em ambientes com modificações antrópicas (Prendergast, 2023). São provedores de serviços ecossistêmicos de grande impacto econômico e interesse comercial, se destacando os insetos que fornecem serviços ecossistêmicos de polinização, estimados para agricultura brasileira em R\$ 43 bilhões anuais, no ano de 2018 (Wolowski *et al.*, 2019). Esses insetos são os principais polinizadores de plantas de interesse agrícola e silvestre (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012), são considerados bioindicadores de qualidade ambiental (Tscharnkte; Gathmann; Steffan-Dewenter, 1998) e também são influentes no controle de populações de outras espécies nos ecossistemas, pela pressão de predação e parasitismo (O'Neill, 2001).

Ocorre uma variedade de hábitos, comportamentos e graus de sociabilidade nos representantes de Hymenoptera, com representantes eusociais, subsociais, parasociais e solitários (Michener, 2007; Roubik, 2020). Cada nível de organização social reflete diferentes graus de cooperação e especialização no comportamento, na reprodução e na forma como essas sociedades funcionam e como são estruturadas, variando significativamente de uma espécie para outra. Embora grande parte dos representantes Aculeatas tenha hábito solitário, são as

espécies com hábitos sociais, que vivem em colônias altamente organizadas, que são popularmente mais conhecidas pelo público em geral.

Uma espécie é considerada solitária quando cada fêmea, constrói seu próprio ninho e fornece alimento para sua prole, sem que ocorra sucessão de gerações (Michener, 2007). Espécies solitárias constroem seus ninhos em uma grande variedade de substratos, porém a maioria das espécies utiliza o solo, enquanto outras nidificam em orifícios pré-existentes, como, por exemplo, em cavidades nos troncos e galhos de árvores, medula oca de galhos, em espaços entre pedras, em ninhos abandonados de outros himenópteros e em muitos outros locais (Brozowski *et al.*, 2023; Costa; Gonçalves, 2019; Garófalo *et al.*, 2012; Roubik, 1989).

O período de nidificação é a fase crítica no ciclo de vida das fêmeas de espécies solitárias, que investem a maior parte de sua vida em construir e aprovisionar seus ninhos (Muniz *et al.*, 2023). Os ninhos são construídos a partir de materiais de origem vegetal e mineral coletados pelas fêmeas, para confecção das paredes das células, das divisórias dos ninhos e do tampão que veda cada ninho. Os materiais de construção mais comuns são resinas vegetais, barro, areia, pedaços de folhas, flores, fibras, pequenos galhos, óleos florais e até secreções salivares (Crown Bees, 2021; Fye, 1965a; Krombein, 1967).

Chui e Keller (2022), descreveram os materiais do tampão que veda cada ninho de espécies solitárias, nas categorias resina pura e agregado resinoso, utilizando uma simples analogia com materiais de construção civil, adotando os termos, respectivamente, “cimento” (do inglês *cement*), e “concreto” (do inglês *concrete*). A resina pura quando fresca é fluida, torna-se resistente e endurecida com o tempo, enquanto o agregado resinoso é resultado da inclusão de materiais grosseiros, por exemplo, grãos de origem mineral, fibras de madeira, e fragmentos de folhas mastigadas (do inglês *leaf pulp mastic*) na matriz resinosa (Cane, 2019).

3.2.1 Abelhas solitárias

As abelhas são insetos da ordem Hymenoptera, superfamília Apoidea (Aguiar *et al.*, 2013). Estima-se que existam no mundo cerca de 25.000 a 30.000 espécies de abelhas e que aproximadamente 85% das espécies conhecidas apresentem o comportamento solitário (Batra, 1984), com apenas 5% das espécies nidificando em cavidade pré-existentes (Krombein, 1967).

As abelhas são os principais responsáveis pela polinização de plantas silvestres e cultivadas (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012), e embora exista uma apifauna diversa, com variabilidade de hábitos, comportamentos e níveis de organização social (Roubik, 2020), as

abelhas mais popularmente conhecidas são aquelas com hábitos sociais, produtoras de mel, que vivem em colônias altamente organizadas.

Abelhas solitárias não formam colônias e cada fêmea constrói seu próprio ninho e cuida de sua própria prole de maneira individual (Michener, 2007; Orr *et al.*, 2022). As fêmeas, após a fecundação procuram locais para construir seus ninhos, selecionando uma cavidade para começar a depositar materiais de construção, em seguida a fêmea deposita um ovo e o alimento, em seguida o compartimento é selado com lama, resinas vegetais, pedaços de folhas ou pétalas de flores. Para cada compartimento sucessivo a fêmea coleta mais recursos, põe um ovo e fecha a célula. A extremidade final é fechada com resinas vegetais, pedaços de folhas ou pétalas de flores (Brokaw; Isaacs, 2017).

Entre os diferentes materiais utilizados na construção do ninhos, a resina derivada de plantas é frequentemente utilizada pelas famílias de abelhas Megachilidae e Apidae (Michener, 2007). O uso de resina em ninhos de abelhas solitárias pode ser amplamente correlacionado com questões funcionais para estrutura do ninho, camuflagem química, defesa, regulação de umidade e propriedades antimicrobianas. Ademais, a resina é um material maleável quando fresco e estruturalmente rígido quando endurecido, que pode ser usado para unir materiais de construção estruturais (Chui; Keller; Leonhardt, 2022).

Em relação ao alimento larval, os ninhos de abelhas solitárias podem ser abastecidos com pólen, néctar e óleos florais (Aguiar *et al.*, 2003; Roubik, 1989). Na região neotropical, três tribos de abelhas apresentam estruturas especializadas para coleta óleos de flores, são elas Centridini, Tapinotasipidini e Tetrapediini, que possuem pêlos e cerdas plumosas e/ou foliáceas, presentes nas pernas anteriores e/ou médias ou esternos das fêmeas (Martins, 2009).

Informações sobre riqueza, diversidade, taxonomia, distribuição e dinâmica populacional, são insuficientes para a maioria das espécies de abelhas solitárias de ocorrência na América Latina (Freitas *et al.*, 2009). Apesar dos vários trabalhos realizados com ninhos armadilhas no Brasil, informações sobre a biodiversidade das espécies solitárias, assim como, suas interações, são limitadas e restritas para algumas regiões do país, com maior número de trabalhos desenvolvidos nas regiões sul e sudeste (Pires; Pompeu; Souza-Silva, 2012).

No Brasil são encontradas cinco subfamílias de abelhas, são elas Andreninae, Apinae, Colletinae, Halictinae e Megachilinae, e todas elas possuem representantes que apresentam comportamento solitário (Bertoli *et al.*, 2019). O trabalho de revisão, realizado por Costa e Gonçalves (2019) listou 90 espécies de abelhas solitárias, amostradas em ninhos armadilhas, ocorrendo no Brasil. Sendo, Apinae e Megachilinae, os grupos frequentemente mais registrados nas armadilhas, enquanto Colletinae, foi o grupo com menor informação registrada. Ainda,

utilizando ninhos-armadilha, as tribos Centridini, Euglossina, Tetraopediini, Xylocopini, Anthidiini, Megachilini e Hylaeini, foram registradas ocorrendo no Brasil (Garófalo; Martins; Alves-dos-Santos, 2004).

Zanella e Martins (2003), relataram que as espécies de abelhas solitárias *Centris*, dos subgêneros *Hemisiella* e *Heterocentris*, *Microthurge* e algumas espécies de *Anthidiini*, *Megachile* e *Hylaeus*, ocorrem em área de Caatinga e nidificam em cavidades pré-existentes. Em um outro levantamento realizado por Viana *et al.* (2022) em área de Caatinga, no estado da Bahia, o gênero *Centris* foi o mais registrado, com 63% do total de abelhas amostradas. Adicionalmente, foi observado que na região de Caatinga, o período de maior frequência de nidificação para abelhas solitárias ocorre logo após o fim da estiagem, no período chuvoso, uma vez que ocorre maior disponibilidade de recursos. A estação chuvosa está relacionada diretamente com a abundância de recursos vegetais, necessários para a alimentação dos indivíduos adultos, o fornecimento do alimento larval e para a construção dos ninhos (Zanella; Martins, 2003).

Segundo revisão sistemática realizada por Orr *et al.* (2022), a maior profundidade e uniformidade de informações sobre a biologia da nidificação de abelhas deriva de estudos de história natural, contudo nos últimos anos estudos ecológicos tornaram-se mais comuns, ultrapassando o número de publicações de estudos de história natural por três anos consecutivos, em 2018, 2019 e 2020. Embora, estudos de história natural forneçam profundidade e uniformidade de informações, são os estudos ecológicos que permitem conectar o conhecimento da história natural aos resultados do mundo real e testar hipóteses.

3.2.2 Vespas solitárias

As vespas são insetos da ordem Hymenoptera, pertencentes ao grupo Spheciformes, um grupo parafilético dentro o qual as abelhas e formigas surgiram (Brothers, 1975; Tannús Neto, 2006). São descritas aproximadamente 34.000 espécies de vespas no mundo e estimativas sugerem que aproximadamente 90% delas são solitárias (Evans; Eberhard, 1970; O'Neill, 2001).

O comportamento solitário ocorre em algumas famílias, como, por exemplo, em Chrysididae, Bethyridae, Dryinidae, Vespidae, Tiphiidae, Thynnidae, Pompilidae, Mutillidae, Scoliidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae (Brock; Cini; Sumner, 2021). Sendo mais frequente o comportamento de nidificar em cavidades pré-existentes nas famílias Pompilidae, Crabronidae, Sphecidae e Vespidae (Fye, 1965b; Guo *et al.*, 2023).

As vespas aculeatas, de maneira geral, atuam como prestadoras de serviços ecossistêmicos, contribuindo com os serviços regulatórios, serviços de abastecimento, serviços de apoio e serviços culturais, atuando principalmente como predadores, agentes naturais de controle de insetos pragas, parasitas, indicadores biológicos e polinizadores (Brock; Cini; Sumner, 2021).

Os ninhos de vespas solitárias são abastecidos com insetos ou com aranhas, imaturas ou adultas (Evans; Eberhard, 1970; Krombein, 1967). A pressão de predação exercida pela vespas solitárias, para fornecer alimentos para sua prole contribui para a regulação de populações de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae, e fornecem, portanto, serviços de regulação de populações de artrópodes, incluindo vetores de doenças humanas e pragas agrícolas (Brock; Cini; Sumner, 2021; Sumner; Law; Cini, 2018). Como, por exemplo, Sphecidae e Vespidae que caçam principalmente larvas de Lepidoptera, de besouros e moscas-serras, os Vespidae que caçam larvas de gorgulho, os Pompilidae que caçam predominantemente aranhas e os Crabronidae que coletam pulgões e aranhas (Fye, 1965b; O'Neill, 2001; Xie *et al.*, 2022).

Além do controle de populações de artrópodes, vespas adultas que se alimentam de néctar e pólen são visitantes florais que eventualmente podem atuar como potenciais polinizadores (Braga, 2020), contudo dados e relatórios sobre interações entre plantas e vespas polinizadoras são limitadas aos registros de visitação às flores e raramente nesses estudos é quantificado a eficácia da transferência de pólen entre flores pelas vespas (Brock; Cini; Sumner, 2021).

Em um estudo conduzido em área de Caatinga, na Estação Ecológica do Seridó, com ninhos-armadilha, foram coletadas oito espécies de vespas (*Monobia angulosa*, *Pachodynerus guadulpensis*, *Trypoxylon lenkoi*, *Trypoxylon nitidum*, *Trypoxylon* sp.1, *Trypoxylon* sp.2 e *Trypoxylon* sp.3) (De Melo; Zanella, 2012). Ainda na região Nordeste, em um estudo realizado por Santos (2011) no Recife, foram coletadas espécies dos gêneros *Trypoxylon*, *Pachodynerus* e *Podium*, sendo *Trypoxylon aurifrons* a espécie mais abundante. Em um outro estudo conduzido em brejo de altitude na Paraíba, na região do Pico do Jabre, o gênero *Trypoxylon* também foi o mais abundante entre as vespas nidificantes coletadas, com *T. nitidum* e *Podium* sp. apresentando o maior número de ninhos coletados ao longo de dois anos de coletas (Santos, 2006).

3.3 *Azadirachta indica* A. Juss

Azadirachta indica A. Juss é uma planta encontrada originalmente no continente Asiático, natural de Burma e das regiões áridas do continente indiano, pertencente à família Meliaceae (Neves; Nogueira, 1996). Amplamente distribuída devido suas propriedades inseticidas e seu uso paisagístico (Dos Santos; Fabricante, 2020). Comumente chamada de “nim-indiano”, “nim” ou “neem” (Flores, 2022).

A espécie tem porte arbóreo, tropical, perene e foi introduzida no Brasil pela Fundação do Instituto Agrônomo do Paraná, na década de 1980 (Neves; Carpanezzi, 2008). Atualmente é encontrada tanto na arborização urbana como em ambientes naturais antropizados, em todo território nacional. Sua inserção nacional decorre de sua fácil propagação e ampla adaptabilidade aos fatores climáticos, topográficos e edáficos, e principalmente devido o interesse em suas propriedades inseticidas (Ogbuewu *et al.*, 2011).

As propriedades inseticidas do nim ocorrem em consequência da produção de metabólitos secundários, que são liberados no ambiente atuando como repelentes, que interferem nos hormônios reguladores do crescimento, na metamorfose e na reprodução dos insetos (Viana; Ribeiro, 2010). Dentre os metabólitos secundários produzidos, possuem destaque a azadiractina, meliacina, gedunina, salanina, nimbina e valassina (Schmutterer, 1990). Muitos desses compostos representam um risco ainda não conhecido para a fauna de insetos nativa, com destaque para a azadiractina, um limonóide encontrado em altas concentrações nos frutos, folhas e sementes (Rembold *et al.*, 1982).

3.4 *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild

Sarcomphalus joazeiro (Mart.) Hauenschild é uma planta de ocorrência natural brasileira, pertencente à família Rhamnaceae. Comumente chamada de “joazeiro”, “juazeiro”, “juá”, “laranjeira-de-vaqueiro” e “loquiá”. A espécie tem porte arbóreo, perenifólia, frutos comestíveis para seres humanos e raízes pivotantes, que possibilitam a obtenção de água do subsolo, fator esse que permite que a planta permaneça verde até em períodos de longas secas (Carvalho, 2007).

O juazeiro é um dos elementos típicos da vegetação dos sertões nordestinos, com ocorrência nas Caatingas, no Sertão e no Agreste (Carvalho, 2007). Possui importância econômica e biológica, devido aos nutrientes presentes em sua composição, que ocasionam uma diversidade de usos (Dantas *et al.*, 2014), como o uso medicinal, cultural e alimentar {Formatting Citation}.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Serra Talhada, microrregião do Sertão do Pajeú, mesorregião do Sertão pernambucano, nas imediações pertencentes ao campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST) (Fig. 1; Fig. 2), localizada nas coordenadas 07°57'24"S e 38°17'47"O, com altitude aproximada de 515 m.

O município está situado no domínio morfoclimático da Caatinga e de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen (1918), o domínio está submetido ao clima semiárido quente - BSh. O clima é caracterizado pela irregularidade da distribuição da precipitação anual, culminando em um longo período de estiagem, seguido por uma estação chuvosa, dessa maneira, são bem definidas duas estações, a seca e a chuvosa, que se alternam. A precipitação média anual é em torno de 642 mm, com chuvas concentradas entre os meses de janeiro à abril e temperatura média anual de cerca de 25 °C (Silva *et al.*, 2015).

Durante o período experimental, os parâmetros meteorológicos foram monitorados pela Estação Meteorológica da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, localizada a menos de 500 m do local de estudo. Os dados mostraram que a temperatura média durante o período do experimento foi de 25,6 °C, valor esperado dentro da faixa média histórica. A temperatura máxima atingiu 37,0 °C em março de 2023, enquanto a temperatura mínima registrada foi de 17,7 °C em julho do mesmo ano. A umidade máxima atingiu 98,5% em dezembro, com mínima de 22,0 % em julho, ambos em 2023.

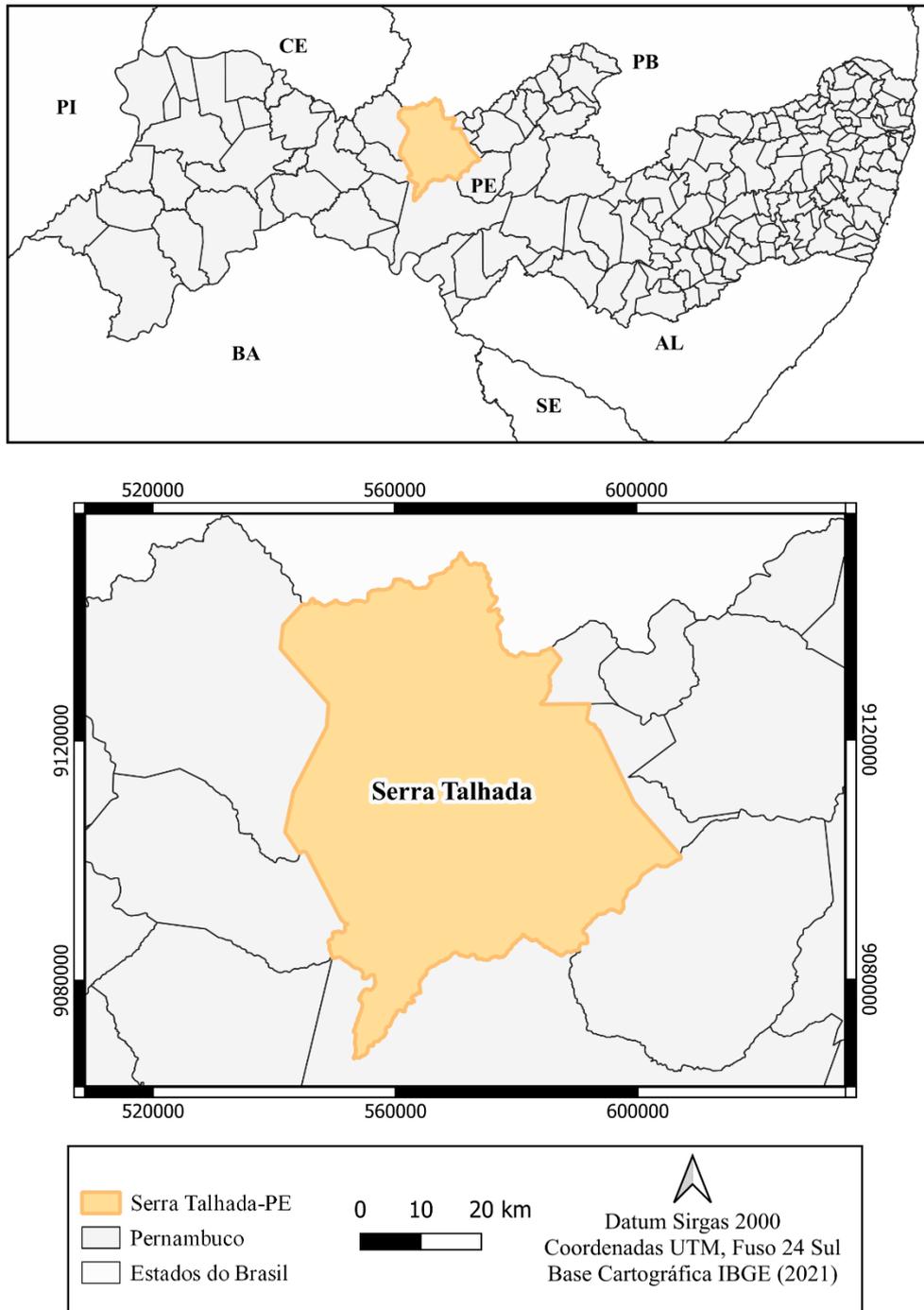


Figura 1. Mapa do Estado de Pernambuco, com destaque para o município de Serra Talhada-PE. Fonte: IBGE (2021).



Figura 2. Imagem de satélite da UAST/UFRPE, destacando a área de estudo. Fonte: Google Earth (2022).

4.2 Amostragem

A amostragem foi realizada através da disponibilização de quatro ninhos ninhos-armadilha em campo. Os ninhos-armadilha foram fixados no tronco de duas árvores previamente selecionadas do campus da UAST-UFRPE e suspensos com auxílio de fio de arame galvanizado, a aproximadamente 1,5 m de altura (Fig. 3). Foram escolhidos aleatoriamente um indivíduo de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim-indiano) e outro de *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (Juazeiro), ambos de porte arbóreo, distantes entre si 16,6 m.

Em cada árvore escolhida foram instalados dois ninho-armadilha, ambos com 25 cavidades, fechadas em uma das extremidades, que possuíam 6,5 cm de comprimento e que variavam de 6mm a 8mm de diâmetro. Ambos os ninhos foram instalados com a mesma orientação em relação aos pontos cardeais. Os ninhos-armadilha foram instalados em novembro de 2022 e acompanhados semanalmente até julho de 2023, totalizando 8 meses de amostragem.

Os ninhos-armadilha foram confeccionados em Blocos Cilíndricos (BC) de madeira nativa de Aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), não tratada. Em cada bloco foram feitas 25 cavidades com auxílio de uma furadeira e brocas de 6mm e 8mm.



Figura 3. Ninhos-armadilha fixados no tronco de árvores. Fonte: Imagem autoral (2022).

Para facilitar a compreensão dos dados registrados e a leitura do texto, os ninhos-armadilha foram nomeados segundo seu local de instalação. O termo BN1 refere-se ao Bloco fixado no Nim-indiano com de diâmetro de 6 mm, o BN2 refere-se ao Bloco fixado no Nim-indiano com de diâmetro de 8 mm, o BJ1 refere-se ao Bloco fixado em Juazeiro com de diâmetro de 6 mm e o BJ2 refere-se ao bloco fixado em Juazeiro com de diâmetro de 8 mm.

4.3 Procedimentos

Os ninhos-armadilha foram monitorados semanalmente, entre os meses de novembro de 2022 a julho de 2023, registrando-se a data de início e término da construção de ninhos. Ao se observar o primeiro sinal de nidificação eram feitas anotações e os ninhos fundados eram acompanhados periodicamente. As cavidades foram consideradas ocupadas, mesmo que não totalmente preenchidas, quando nenhuma construção de células ou presença de fêmeas era constatada em duas vistorias consecutivas. A fim de melhorar a visualização das cavidades e de ninhos fechados, foi utilizado uma lanterna de um aparelho eletrônico.

A identificação do tipo de material utilizado para fechar os ninhos em cada cavidade ocupada foi feita por análise visual e observação direta. Para todas as cavidades ocupadas foram registradas anotações e fotografias oportunas (Fig. 4).



Figura 4. Diferentes materiais utilizados para fechar os ninhos. Fonte: Autorial (2023).

Também foram montadas armadilhas para captura de espécimes desejados, confeccionadas utilizando canudos plásticos transparentes de 8mm e fita adesiva. Os canudos foram colados na entrada de ninhos de interesse afim de se capturar adultos emergentes (Fig. 5). Os espécimes capturados foram retirados e acondicionados, individualmente, em recipientes plásticos, devidamente etiquetados com data de coleta, e acondicionados. Em seguida, foram montados, alfinetados, etiquetados e armazenados, para posterior identificação por um especialista.



Figura 5. Armadilha para capturar inseto emergente, confeccionada com canudo plástico colado na entrada do ninho com auxílio de fita adesiva. Fonte: Imagem autorial (2023).

4.4 Análise de dados

Primeiramente, todos os dados coletados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk (Sierra, 2021), nos quais todos falharam e os dados são, portanto, não normais. A escolha da estatística não paramétrica foi feita após desconsideração da normalidade, uma vez que os dados de ocupação dos ninhos-armadilha têm caráter binomial (1=ocupado; 0 = não ocupado). Assim, para verificar se houve diferença significativa entre duas variáveis quantitativas, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Frey, 2023a) e pra três ou mais variáveis, foi empregado o teste de Kruskal-Wallis (Frey, 2023b), sendo considerado significativo quando $p < 0,05$. Para realizar comparações múltiplas entre grupos foi aplicado o teste de Dunn. Todos os dados foram tabulados no programa Excel (versão 2016), analisados estatisticamente utilizando o software GraphPad Prism (versão 10.0.2), enquanto que a elaboração dos gráficos foi feita na plataforma SigmaPlot (versão 10.0).

Para cada ninho-armadilha, foi determinado a frequência relativa de ninhos construídos, calculado pela razão entre o número de ninhos registrados por bloco e o total de ninhos construídos em todo o estudo. Por fim, para comparar as distribuições de frequência de ninhos selados na extremidade final com barro, resina ou agregado resinoso, foi empregado o teste de qui-quadrado (χ^2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número de ninhos construídos

Durante o período de oito meses de exposição dos ninhos-armadilha, foram fundados um total de 58 ninhos, sendo construídos, respectivamente, 14 ninhos no Bloco N1, 2 ninhos no Bloco N2, 37 no Bloco J1 e 5 no Bloco J2, conforme pode ser visto na Figura 6.

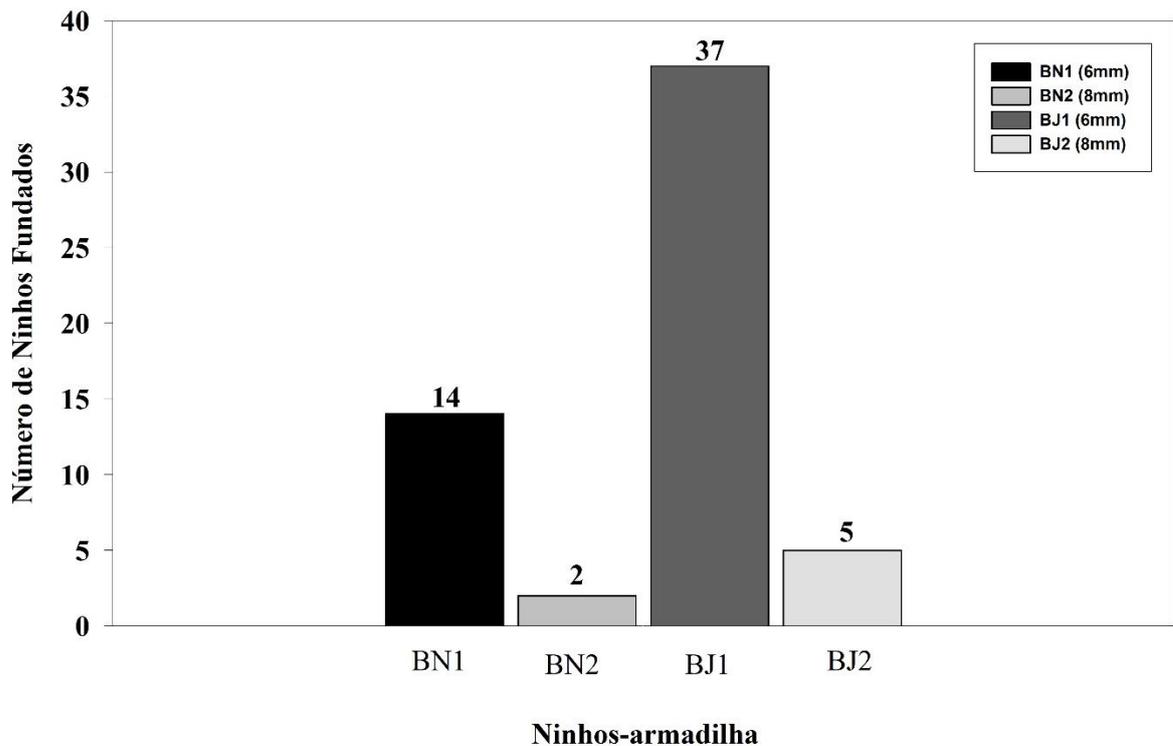


Figura 6. Número de ninhos fundados em relação aos blocos disponibilizados. (*Legenda- BN1 e BN2, são respectivamente, blocos com cavidades de 6 e 8mm fixados em nim-indiano; BJ1, BJ2, são respectivamente, blocos com cavidades de 6 e 8mm fixados em juazeiro). Fonte: Autoral (2023).

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis houve diferença significativa entre os valores médios de ninhos construídos por bloco, ($KW = 63,37$ e $p < 0,0001$). Assegurando, então, que os ninhos construídos foram distribuídos de forma desproporcional nos blocos ofertados.

5.2 Preferência de diâmetro

Foram registrados 51 ninhos construídos nas cavidades com diâmetro de 6mm e apenas 7 ninhos nas cavidades com diâmetro de 8mm. Em termos percentuais, 87.93% dos ninhos

registrados nesse estudo foram construídos em cavidades com diâmetro de 6mm, frente a 12.07% em cavidades de diâmetro de 8mm (Fig. 8).

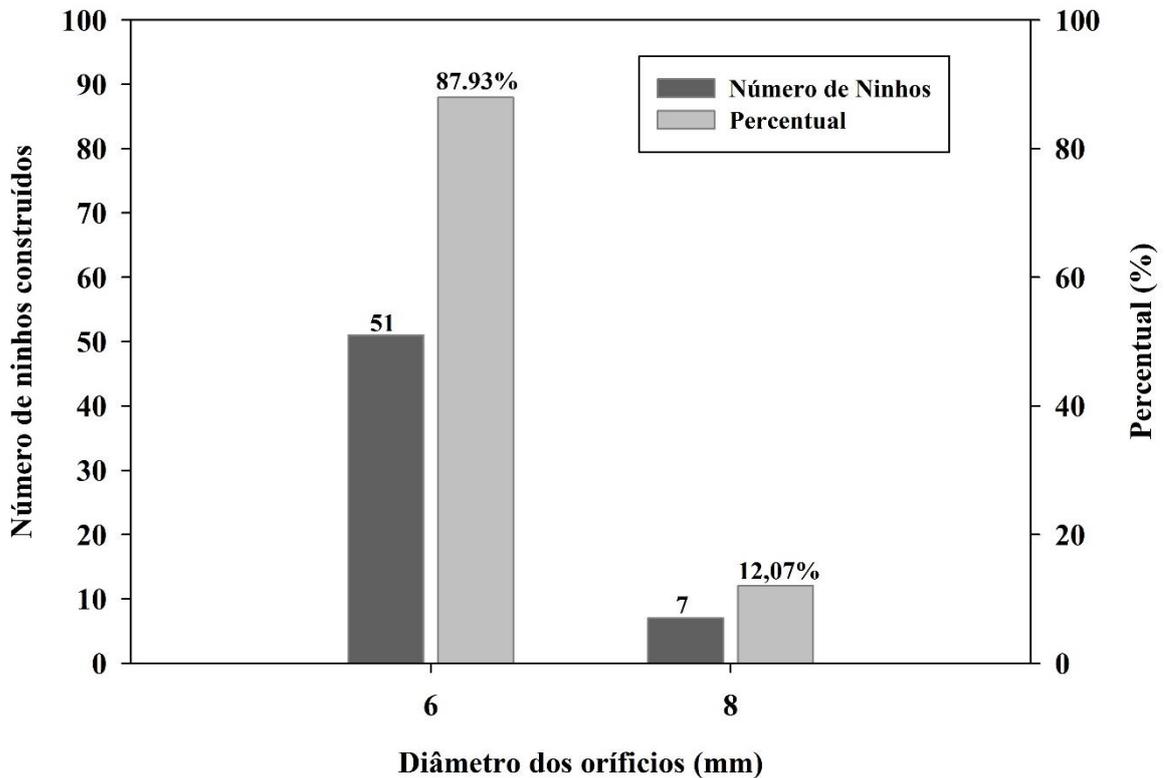


Figura 7. Número e percentual de nidificação em relação ao diâmetro dos ninhos-armadilha registrados. Fonte: Autoral (2023).

De acordo com os resultados do teste de Mann-Whitney empregado, existe uma diferença altamente significativa entre as variáveis ($p < 0,0001$), corroborando com a hipótese que houve preferência pelo tamanho de 6 mm de diâmetro dos ninhos-armadilha utilizados.

A preferência pela ocupação de cavidades com 6mm de diâmetro é notável, contrastando com a menor frequência de nidificação em cavidades de 8mm de diâmetro, mesmo com uma oferta de disponibilidade idêntica e padronizada. Tal preferência pode estar correlacionada ao tamanho corpóreo dos indivíduos que nidificaram nas armadilhas, visto que, cavidades que tenham um melhor ajuste envolveriam um menor gasto energético na acomodação das células e no preenchimento dos espaços excedentes (Aguiar; Martins, 2002).

A hipótese levantada aqui é corroborada pelo trabalho desenvolvido por Assis e Camillo (1997), que observaram que vespas de tamanho menores nidificaram, em maior frequência, em ninhos de diâmetros também menores e aquelas de tamanho visivelmente maiores nidificaram em ninhos de diâmetros maiores. A preferência por cavidades mais

estreitas também foi relatada por Aguiar e Martins (2002) Vieira de Jesus e Garófalo (2000), Vieira *et al.*(2022) e Brozowski *et al.* (2023).

5.3 Nidificação de abelhas e vespas solitárias

As maiores frequências de nidificações ocorreram em janeiro (n = 17 ninhos) e maio (n = 11 ninhos), enquanto as menores ocorreram em março (n= 2 ninhos) e em novembro, quando nenhuma atividade de nidificação foi registrada (Fig. 7).

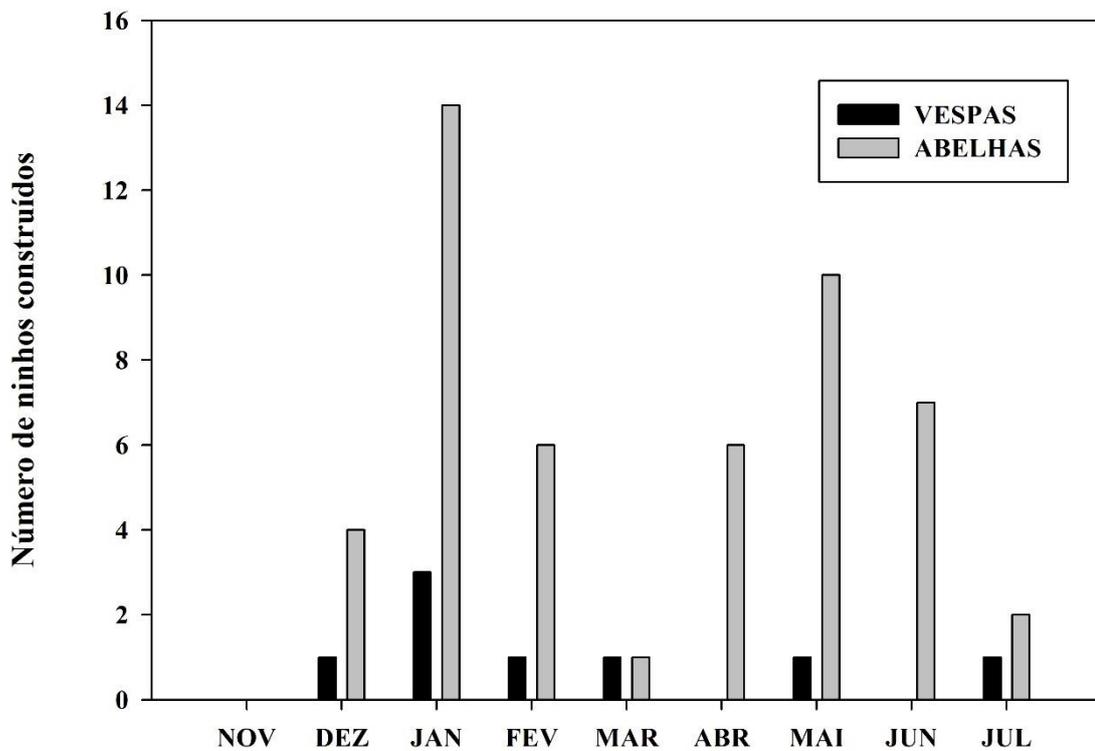


Figura 8. Número de ninhos construídos por abelhas e vespas em cada mês, entre os meses de novembro e julho de 2023. Fonte: Autoral (2023).

As fêmeas pareceram levar um tempo para encontrar os ninhos-armadilha e começar a utilizar as cavidades disponibilizadas. Independentemente do mês em que foram instalados, leva cerca de um mês para fêmeas encontrarem os ninhos-armadilha pela primeira vez (Prendergast, 2023).

Foi registrada uma quantidade maior de abelhas utilizando as cavidades, ao total 50 ninhos foram construídos por abelhas solitárias, enquanto apenas 8 foram atribuídos às vespas solitárias. Adicionalmente, foi observado, que nos meses de abril e junho apenas abelhas ocuparam os ninhos-armadilha disponibilizados. Sendo que o maior número de ninhos

construídos por mês para vespas foi em janeiro (n=3), enquanto em dezembro, fevereiro, março, maio e julho o número de ninhos construídos foi mínimo (n=1).

O estudo realizado por Aguiar e Martins (2002) também registrou uma ocupação maior por abelhas do que por vespas em ninhos-armadilhas instalados em três áreas amostrais na Reserva Biológica Guaribas, na Paraíba. Resultado também evidenciado nos estudos de Coutinho *et al.* (2020) realizado na Chapada Diamantina, Bahia e de Araújo *et al.* (2020) em diferentes áreas de reflorestamento na Amazônia. Já no estudo realizado por Melo e Zanella (2012), em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, o número de ninhos de vespas observados foi significativamente superior ao de abelhas, o que pode estar atrelado as preferências, características e necessidades de nidificação intrínsecas de determinadas espécies que ocorrem em cada área.

5.4 Materiais utilizados nas extremidades final dos ninhos

Foram utilizados três tipos de materiais para fechar as extremidades dos ninhos, sendo eles resina, agregado resinoso (mistura de materiais com resina) e barro.

Dos 58 ninhos registrados, o barro foi o material menos frequente, com 13,79% do total de ninhos, enquanto a resina foi o segundo mais utilizado com 39,66%, seguida pelo agregado de misturas com 46,55% (Fig. 9). Houve diferença significativa entre as proporções dos materiais utilizados, de acordo com o teste do qui-quadrado ($\chi^2=10.38$; $gl=2$; $p< 0.005$).

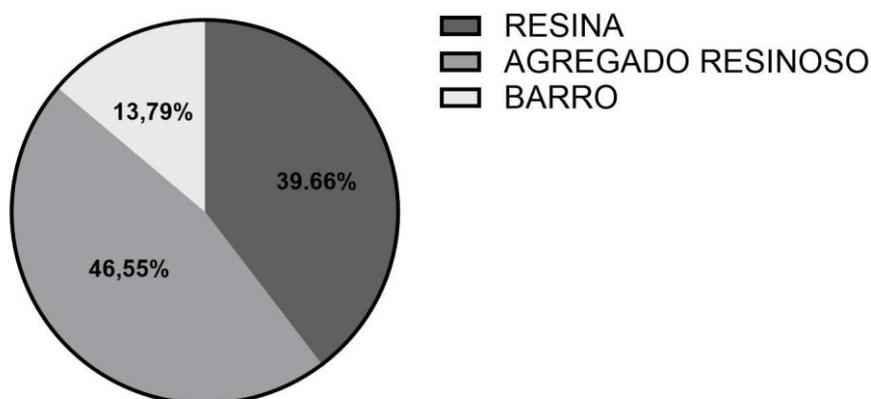


Figura 9. Percentual (%) de diferentes materiais utilizados para fechar as extremidades finais dos ninhos. Fonte: Autoral (2023).

A variação de materiais utilizados para confecção do tampão dos ninhos ocorre devido a diversidade de espécies que nidificam em uma determinada área. Cada espécie possui seus próprios requisitos de nidificação, mas os materiais de construção de ninho mais comuns são

resina, barro e folhas, porém algumas fêmeas usam uma combinação desses materiais (Crown Bees, 2021). Entre os diferentes materiais de construção de ninhos disponíveis, a resina vegetal é frequentemente utilizada principalmente por abelhas Apidae (Centridini) e Megachilidae (Anthidiini, Osmiini, Megachilini) (Michener, 2007). As abelhas do gênero *Megachile* costumam utilizar uma mistura de partículas de solo e vegetação mastigada (Satyshur et al., 2020). Já vespa do gênero *Trypoxylon* e *Monobia*, costumam utilizar barro para fechar as células (Mahlmann *et al.*, 2015; Pires; Pompeu; Souza-Silva, 2012).

5.5 Efeito do local

O total de ninhos construídos nos blocos BJ1 (n=37) e BJ2 (n=5), foi superior aos registros dos blocos BN1 (n=14) e BN2 (n=2), conforme pode ser visto na tabela 1. Os blocos BJ1 e BJ2 foram instalados na sombra de *Sarcomphalus joazeiro* (Juazeiro) e os blocos BN1 e BN2 na sombra de *Azadirachta indica* (Nim-indiano).

Tabela 1. Quantificação de ninhos construídos em cada bloco cilíndrico disponibilizado no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, durante os meses de novembro de 2022 a julho de 2023.

Local	Blocos	Nº de cavidades ofertadas	Diâmetro	Nº de ninhos construídos	Frequência relativa
Juazeiro	BJ1	25	6 mm	37*	63.79%
	BJ2	25	8 mm	5 *	8.62%
Nim-indiano	BN1	25	6 mm	14	24.14%
	BN2	25	8 mm	2	3.45%
Total		100		58	100%

(*) houve reutilização de cavidades desocupadas por ninhos inativos.

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis houve diferença significativa entre os blocos ($p < 0,0001$). Com base nos resultados do teste de comparações múltiplas de Dunn, há evidências estatísticas de que pelo menos quatro pares de grupos comparados são significativamente diferentes. Houve diferença significativa ($p < 0,005$) nos pares BN1 vs. BJ1; BJ1 vs. BJ2; BN1 vs. BJ1 e BN2 vs. BJ1.

Não houve diferença significativa ($p < 0,005$) para os pares BN2 vs. BJ2 e BN1 vs. BJ2. Os percentuais de ninhos construídos no BJ1 e BN1, de 6mm, foram superiores aos outros percentuais estabelecidos no BJ2 e BN2, de 8mm, sugerindo que o tamanho das cavidades oferecidas exerceu maior influência que o local de instalação dos ninhos. Entretanto, foi

registrado a reutilização de cavidades desocupadas nos blocos BJ1 e BJ2, algo que não ocorreu em nenhum dos blocos que foram instalados na sombra do Nim-indiano, até o momento final de observações dessa pesquisa.

6. CONCLUSÃO

Os ninhos-armadilhas disponibilizados nesse estudo tiveram uma boa aceitação pela comunidade de fêmeas de abelhas e vespas solitárias que ocuparam as cavidades disponibilizadas, entretanto, foi notado preferência nítida pelas cavidades mais estreitas. Em suma, os dados analisados revelaram uma clara preferência pelo tamanho de 6 mm de diâmetro das cavidades disponibilizados. Essa preferência pode ser atribuída a uma série de fatores que devem ser investigados em estudos futuros.

Deve-se ter cautela quanto ao local de instalação dos ninhos-armadilhas, uma vez que não se sabe ao certo como o ambiente pode influenciar na atividade de nidificação das espécies solitárias, sendo preferencial instalar as armadilhas em locais com menor perturbação externa possível, dando preferência sempre para espécies nativas. Concluimos que são necessárias novas investigações, com um número amostral maior, incluindo repetições, para afirmar com segurança a existência de uma correlação negativa ou positiva relacionada ao local de instalação dos ninhos-armadilha.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, Curitiba, v. 19, p. 101–116, 2002. Disponível em: www.scielo.br/j/rbzool/a/4tpLxw6JQ8xtKR5f8YWZNvc/?lang=pt. Acesso em: 22 set. 2022.
- AGUIAR, A. P. *et al.* Order Hymenoptera. **Zootaxa**, [s. l.], v. 3703, n. 1, p. 51–62, 2013. Disponível em: <https://www.mapress.com/zootaxa/2013/f/zt03703p062.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- 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**, Curitiba, v. 22, n. 4, dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/Bf9rLqGLfm9Df4MtzJjjhgP/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- AGUIAR, C. M. L. *et al.* Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 247–259, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/6sZNFVtKnZBRjvfSQWsD5ZP/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- ALBUQUERQUE, U. P. de; OLIVEIRA, R. F. de. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 113, n. 1, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17616289/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- ARAÚJO, G. J.; STORK-TONON, D.; IZZO, T. J. Temporal stability of cavity-nesting bee and wasp communities in different types of reforestation in southeastern Amazonia. **Restoration Ecology**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 1528–1540, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.13250>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BÁNKI, O. *et al.* Catalogue of Life Checklist (Version 2023-10-16). **Catalogue of Life**. [S. l.], 2023. Disponível em: www.catalogueoflife.org/data/taxon/HYM. Acesso em: 10 set. 2023.
- BATRA, S. W. T. Solitary bees. **Scientific American**, [s. l.], v. 250, n. 2, p. 120–127, 1984. Disponível em: www.scientificamerican.com/article/solitary-bees/. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BERTOLI, J. F. *et al.* **Cartilha agroecológica das abelhas solitárias**. 1. ed. Santo André, SP: NEA-UFABC, 2019.
- BRAGA, K. S. M. Vespas e abelhas na agricultura e em ambientes urbanos. **Embrapa**. Brasília, DF, 9 set. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55647259/artigo-vespas-e-abelhas-na-agricultura-e-em-ambientes-urbanos>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BRANSTETTER, M. G. *et al.* Genomes of the hymenoptera. **Current opinion in insect science**, [s. l.], v. 25, p. 65–75, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29602364/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BROCK, R. E.; CINI, A.; SUMNER, S. Ecosystem services provided by aculeate wasps. **Biological Reviews**, [s. l.], v. 96, n. 4, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12719>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BROKAW, J.; ISAACS, R. Building and managing bee hotels for wild bees. **Extension Bulletin**, [s. l.], v. E-3337, 2017. Disponível em: https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/bee_hotels-e-3337_wcag_2.1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

BROTHERS, D. J. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. **University of Kansas Science Bulletin**, [Lawrence], v. 50, p. 483–648, 1975.

BROZOSKI, F. *et al.* Nesting biology of the potter wasp *ancistrocerus flavomarginatus* (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) revealed by trap-nest experiments in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 52, n. 1, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36525241/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CAMILLO, E. *et al.* Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 459–470, 1995.

CANE, J. H. Scientific note: cavity-nesting *Osmia bruneri* bees (Megachilidae) can use fruit pulp for nest construction. **Apidologie**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 100-103, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-019-00634-7>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. de A.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 131, n. 2, p. 326-342, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20621178/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Juazeiro Ziziphus joazeiro**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/313897>. Acesso em: 29 jul. 2023.

CHUI, S. X.; KELLER, A.; LEONHARDT, S. D. Functional resin use in solitary bees. **Ecological Entomology**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 115-136, 2022. Disponível em: <https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/een.13103>. Acesso em: 20 nov. 2023.

COSTA, C. C. F. da; GONÇALVES, R. B. What do we know about neotropical trap-nesting bees? Synopsis about their nest biology and taxonomy. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 59, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paz/a/qQVSZnjNCTdgDRmggKPjfXD/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

COUTINHO, J. G. E. *et al.* Heterogeneous agroecosystems support high diversity and abundance of trap-nesting bees and wasps among tropical crops. **Biotropica**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 991–1004, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/btp.12809>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CROWN BEES. **Crown Bees**. Disponível em: <https://crownbees.com/capped-end-guide-forcavity-nesting-bees/%0A%0A>. Acesso em: 12 ago. 2023.

DANTAS, F. C. P. *et al.* Ziziphus joazeiro Mart. Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 2, n. 25, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/172>. Acesso em: 20 nov. 2023.

DRUMMONT, P.; SILVA, F. O. da; VIANA, B. F. Ninhos de Centris (Heterocentris) terminata Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador, BA. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 37, n. 3, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/fQnJzBbSNyYw7LfR86SWCMR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2023.

EVANS, H. E.; EBERHARD, M. J. W. **The wasps**. [S. l.]: David & Charles, 1973.

FLORES, T. B. Meliaceae. *In*: Flora e Funga do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB85550>. Acesso em: 29 jan. 2023.

FREITAS, B. M. *et al.* Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, [s. l.], v. 40, n. 3, p. 332–346, 2009. Disponível em: www.apidologie.org. Acesso em: 19 maio. 2022.

FREY, B. B. Mann-Whitney Test. *In*: **There's a Stat for That!: What to Do & When to Do It**. 2023a. Disponível em: <https://methods.sagepub.com/book/theres-a-stat-for-that>. Acesso em: 20 jul. 2023.

FREY, B. B. Kruskal-Wallis Test. *In*: **There's a Stat for That!: What to Do & When to Do It**. 2023b. Disponível em: <https://methods.sagepub.com/book/theres-a-stat-for-that>. Acesso em: 20 jul. 2023.

FYE, R. E. Biology of Apoidea Taken in Trap Nests in Northwestern Ontario (Hymenoptera). **The Canadian Entomologist**, [s. l.], v. 97, n. 8, p. 863–877, 1965a.

FYE, R. E. The Biology of the Vespidae, Pompilidae, and Sphecidae (Hymenoptera) from Trap Nests in Northwestern Ontario. **The Canadian Entomologist**, [s. l.], v. 97, n. 7, 1965b.

GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J. Espécies de abelhas do gênero Centris (Hymenoptera, Anthophoridae) nidificando em ninhos armadilhas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, p. 799, 1989.

GARÓFALO, C. A. *et al.* As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* (org.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: EDUSP, 2012. p. 183-202.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; SANTOS, I. A. dos. The Brazilian solitary bee species caught in trap nests. *In*: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária,

2004. p. 77–84.

GOBATTO, A. L. *et al.* Agricultural landscape influences on the solitary bees and wasps that nest in ecological restoration sites. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 523–544, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-022-02510-w>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GUO, S. *et al.* Diversity of cavity-nesting Hymenoptera and their parasitoids in subtropical forests, southeastern China. **Biodiversity Science**, [s. l.], v. 31, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.biodiversity-science.net/EN/Y2023/V31/I2/22060>. Acesso em: 20 nov. 2023.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* **Polinizadores no Brasil**: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, [s. l.], v. 64, 1918.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees**: life histories, nests, and associates. Washington, D.C.: The Smithsonian Institution, 1967.

LIMA, C. **Insetos do Brasil**: Himenópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1962. (12º tomo. Capítulo 30).

MAHLMANN, T. *et al.* Padrão de nidificação de monobia angulosa Saussure (Vespidae) durante estação seca prolongada na região da Chapada Diamantina, Bahia, com notas sobre nidificação em ninho abandonado de *Xylocopa cearensis* Ducke (Apidae). **EntomoBrasilis**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 12–16, 2015. Disponível em: <https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v8i1.462/313>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MANGABEIRA, T. C. L.; ALMEIDA, L. S.; SANTOS, A. P. L. do C. Levantamento de ninhos de abelhas “sem ferrão” (Apidae: meliponini) em ambiente urbano. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 2, n. 4, 2021. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/2307>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MARINHO, D.; VIVALLO, F. Unveiling the trap-nesting bees and wasps’ fauna (Hymenoptera: Apocrita) and associated organisms of the Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 60, 2020. Disponível em: www.scielo.br/j/paz/a/HWCwHXcnksqrQzCZm9VJXw/?lang=en. Acesso em: 20 nov. 2023.

MARTINS, A. C. **Abelhas coletoras de óleo e suas interações com as flores de Plantaginaceae produtoras de óleo floral**. 2009. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/tde-23042010-154006/pt-br.php>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MELO, R. R. de; ZANELLA, F. C. V. Dinâmica de fundação de ninhos por abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) em área de caatinga na Estação Ecológica do Seridó.

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 7, n. 4, p. 657–662, 2012. Disponível em: <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i4a1966>. Acesso em: 20 nov. 2023.

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

MORATO, E. F.; AMARANTE, S. T.; SILVEIRA, O. T. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera: Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 8, n. 4, p. 789–797, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/xsdWTSkqX6TQwDYNC7yGrWx/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. de O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 429–444, 2000. Disponível em: www.scielo.br/j/rbzool/a/VP8YqG6rgLkfbHwKRWZnmwx/?lang=pt. Acesso em: 20 nov. 2023.

MORATO, E. F.; MARTINS, R. P. An overview of proximate factors affecting the nesting behavior of solitary wasps and bees (Hymenoptera: Aculeata) in preexisting cavities in wood. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 35, p. 285–298, 2006. Disponível em: www.scielo.br/j/ne/a/hKJ4LWJbvLdVg7WpPxLC6Vv/?lang=en. Acesso em: 20 nov. 2023.

MÜLLER, A.; PRAZ, C.; DORCHIN, A. Biology of Palaearctic *Wainia* bees of the subgenus *Caposmia* including a short review on snail shell nesting in osmiine bees (Hymenoptera, Megachilidae). **Journal of Hymenoptera Research**, [s. l.], v. 65, p. 61–89, 2018. Disponível em: <https://jhr.pensoft.net/article/27704/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MUNIZ, V. I. M. de S. *et al.* Nesting and foraging behaviour of the solitary bee *Epanthidium tigrinum* (Schrottky, 1905) bred in trap nests. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 54, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/m8RYY79gvFXhpSC5GBXW5GK/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NEVES, B. P. das; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996.

NEVES, E. J. M.; CARPANEZZI, A. A. O cultivo do nim para produção de frutos no Brasil. **Circular Técnica Embrapa**, n. 162, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/44604/1/circ-tec162.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

O'NEILL, K. M. **Solitary wasps: behavior and natural history**. [S. l.]: Cornell University Press, 2001.

OGBUEWU, I. P. *et al.* The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: a review. **Research Journal of Medicinal Plant**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 230–245, 2011.

ORR, M. C. *et al.* A review of global trends in the study types used to investigate bee nesting

biology. **Basic and Applied Ecology**, [s. l.], v. 62, p. 12–21, 2022. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179122000330. Acesso em: 20 nov. 2023.

PIRES, E. P.; POMPEU, D. C.; SOUZA-SILVA, M. Nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) na reserva biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 302–311, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/12543>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PRENDERGAST, K. S. Checking in at bee hotels: trap-nesting occupancy and fitness of cavity-nesting bees in an urbanised biodiversity hotspot. **Urban Ecosystems**, [s. l.], v. 26, p. 1381–1395, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-023-01381-5>. Acesso em: 20 nov. 2023.

RAFAEL, J. A. *et al.* **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

RAUF, A. *et al.* Nest preference and ecology of cavity nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in Punjab, Pakistan. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, [s. l.], v. 25, n. 2, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226861522000401>. Acesso em: 20 nov. 2023.

REMBOLD, H. *et al.* Azadirachtin: a potent insect growth regulator of plant origin. **Zeitschrift für angewandte Entomologie**, [s. l.], v. 93, n. 1-5, p. 12–17, 1982. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0418.1982.tb03564.x>. Acesso em: 20 nov. 2023.

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

ROUBIK, D. W. Bees, ecological roles bees: ecological roles. *In*: STARR, C. (ed.). **Encyclopedia of Social Insects**. Switzerland: Springer, Cham, 2020.

SANTOS, A. A. dos. **Nidificação de abelhas e vespas solitárias e biologia reprodutiva de *Megachile dentipes* Vachal (Hymenoptera, Megachilidae) em ninhos-armadilha**. 2011. Universidade Federal da Paraíba, 2011. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4099>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SANTOS, G. dos; FABRICANTE, J. R. Potencial de invasão biológica do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no Nordeste brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 14, n. 3, p. 7–12, 2020. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/5093>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SANTOS, R. C. dos. **Guilda de abelhas vespas solitárias (Hymenoptera) que nidificam em cavidades preexistentes no Pico do Jabre, Maturéia, Paraíba**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal da Paraíba, Patos, PB, 2006. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/25681>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SATYSHUR, C. D. *et al.* Minnesota state records for *Osmia georgica*, *Megachile inimica*, and

Megachile frugalis (Hymenoptera, Megachilidae), including a new nest description for Megachile frugalis compared with other species in the subgenus Sayapis. **The Great Lakes Entomologist**, [s. l.], v. 53, n. 3-4, 2020. Disponível em: <https://scholar.valpo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2375&context=tgle>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, Azadirachta indica. **Annual review of entomology**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 271–297, 1990. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.35.010190.001415>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SIERRA-DÍAZ, J. Prueba de Shapiro Wilk. **Enigmáticamente**, 2021.

SILVA, T. G. F. da *et al.* Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, p. 515–525, 2015.

SUMNER, S.; LAW, G.; CINI, A. Why we love bees and hate wasps. **Ecological Entomology**, [s.l.], v. 43, n. 6, p. 836–845, 2018. Disponível em: www.scielo.br/j/pab/a/hZhQwvtsRGFct5qSKHQkGrM/?lang=en. Acesso em: 20 nov. 2023.

TANNÚS NETO, J. **Estudos morfométricos sobre espécies de abelhas da tribo Meliponini (Hymenoptera: Apidae)**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/12305>. Acesso em: 20 nov. 2023.

TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**, [s.l.], v. 35, n. 5, p. 708–719, 1998. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2664.1998.355343.x>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VIANA, A. D. L. *et al.* Uso de múltiplas metodologias de coleta no levantamento de abelhas solitárias em uma região do semiárido brasileiro. **Journal of Education Science and Health**, Teresina, v. 2, n. 4, 2022. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/146>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 245–251, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/Tzz3gVFRDsCWckgyt9gMHPG/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VIANA, P. A.; RIBEIRO, P. E. de A. Efeito do extrato aquoso de folhas verdes de nim (Azadirachta indica) e do horário de aplicação sobre o dano e o desenvolvimento larval de Spodoptera frugiperda (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 27-37, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26119/1/Paulo-Viana.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

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

VIEIRA, G. C.; CRISTALDO, P. F.; PARIZOTTO, D. R. Management of *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae): investigating the ideal dimensions of trap nests for use in crop pollination. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 398-403, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-022-00959-6>. Acesso em: 20 nov. 2023.

WOLOWSKI, M. *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019.

XIE, G. *et al.* No evidence for environmental filtering of cavity-nesting solitary bees and wasps by urbanization using trap nests. **Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 12, n. 10, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.9360>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ZANELLA, F.; MARTINS, C. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (ed.) **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: EDUFPE, 2003. p. 75–134.

ZANELLA, F. C. V.; MELO, R. R. de. Dinâmica de fundação de ninhos por abelhas e vespas solitárias (Hymenoptera, Aculeta) em área de caatinga na Estação Ecológica do Seridó. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 4, p. 657–662, 2012. Disponível em: <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i4a1966>. Acesso em: 20 nov. 2023.