



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANTONIO DEJAIME TEOFILLO DA SILVA

O ESTADO DA ARTE E LACUNAS DO CONHECIMENTO A RESPEITO DA
ABELHA JANDAÍRA (*Melipona subnitida* DUCKE 1910)

FORTALEZA

2023

ANTONIO DEJAIME TEOFILO DA SILVA

O ESTADO DA ARTE E LACUNAS DO CONHECIMENTO A RESPEITO DA ABELHA
JANDAÍRA (*Melipona subnitida* DUCKE 1910)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas
Coorientadora: Ma. Paloma Eleutério Bezerra

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

S578e Silva, Antonio Dejaime Teofilo da.
O estado da arte e lacunas do conhecimento a respeito da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke 1910) / Antonio Dejaime Teofilo da Silva. – 2023.
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

Coorientação: Profª. Ma. Paloma Eleutério Bezerra.

1. abelhas sem-ferrão. 2. jandaíra. 3. lacunas do conhecimento. 4. meliponíneos. 5. nível de conhecimento.
I. Título.

CDD 630

ANTONIO DEJAIME TEOFILLO DA SILVA

O ESTADO DA ARTE E LACUNAS DO CONHECIMENTO A RESPEITO DA ABELHA
JANDAÍRA (*Melipona subnitida* DUCKE 1910)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de bacharel em
Agronomia.

Aprovada em: 07/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

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

Ma. Paloma Eleutério Bezerra (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha (Examinadora interna)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

A Deus.

Aos meus pais, Roberto e Dejanía.

Aos meus avós, Manoel Iris (*In memoriam*) e
Terezinha (D. Neusa) (*In memoriam*),
Raimundo (*In memoriam*) e Amália (D. Tinha).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por sua providência constante em minha vida e por ser a base de tudo que sou.

Aos meus pais, Dejanía e Roberto (Dedé), que mesmo com suas dúvidas, sempre estiveram e estão ao meu lado.

A minha avó Amalia (D. Tinha), que sempre demonstra total interesse em tudo que faço.

Ao Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas, pela excelente orientação.

A Mestra Paloma Eleutério, pela coorientação ao longo desse trabalho, sem você esse trabalho não seria possível.

Aos participantes da banca examinadora, Dr. Deoclécio e Dra. Epifânia Mâcedo pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores que também me orientaram ao longo da minha jornada acadêmica, Prof. Dr. Raul Shiso Toma, Prof. Dr. Jaedson Cláudio Anunciato Mota, Prof. Dr. Ricardo Espindola Romero e a Profa. Dra. Maria Eugenia Ortiz Escobar.

Aos meus amigos do curso, Beatriz, Karine, Nicolle, Ivan, Breno, Brenna, Dylia e Jennifer, que compartilharam comigo as alegrias, sofrimentos e desafios ao longo do curso, vocês terão meu carinho eterno.

Aos meus queridos amigos, Natália, Sammya, Tereza, Wellington, Leticia e Diemeson, que a tanto tempo compartilham momentos comigo, e por serem o motivo de não ter surtado ao longo da pandemia. A Rafaela Mendes, minha amiga que mesmo não estando tão perto é sempre presente.

A Luan Mendes, por toda a parceria e auxílio metodológico na execução desse trabalho, você foi fundamental em todo o processo.

A todos os meus tios, tias, primos e primas que sempre chegaram junto quando as coisas se tornaram difíceis. As minhas madrinhas Deusivânia e Raimunda (Duka), por todas as orientações ao longo da minha jornada.

A tia Nova (Maria Freires) (*In Memoriam*), que mesmo em seu momento mais difícil, ensinou a todos o significado de fé e perseverança.

A Paloma e Epifânia, por me acolherem nesse mundo das abelhas e por sempre me fazerem sentir valorizado.

Por fim, a todos e todas que contribuíram direta e indiretamente na minha vida acadêmica.

“Para não ser extinta nossa *Melipona* nordestina, chamada jandaíra, ela necessita urgentemente de nossa ajuda inteligente e decidida.” (BRUENING, 2001, p. 113).

RESUMO

A abelha sem-ferrão *Melipona subnitida* Ducke, popularmente conhecida como jandaíra, é endêmica do Nordeste do Brasil, possui grande importância como polinizador nessa região e na produção de bens meliponícolas, representando uma importante fonte de renda secundária para as famílias dos moradores locais. O objetivo desta revisão consistiu em verificar o conhecimento científico atual sobre essa abelha, identificando as principais áreas estudadas pelos pesquisadores e as lacunas no conhecimento a respeito da espécie. Para isso, foram selecionados estudos de forma sistemática por meio de uma busca em seis bases de dados: *SciELO*, *Springer*, *ScienceDirect*, *Taylor & Francis*, *Wiley Library*, Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA). As publicações foram analisadas e seguiu-se as recomendações preconizadas pelo *Statement PRISMA*, onde foram separadas em temas com base no foco principal do trabalho. Os resultados obtidos evidenciaram que existem duas áreas que concentram a maior parte das pesquisas e conhecimentos a respeito da jandaíra: estudos relacionados ao mel (21%) e sobre genética e diversidade (14%). Por outro lado há um grande *déficit* de estudos sobre o potencial da espécie para uso na polinização agrícola (3%), nidificação (3%), avaliação do pólen (3%), ameaças (3%), entre vários outros temas sobre os quais não foram identificadas publicações. A identificação dessas lacunas no conhecimento sobre *M. subnitida* é de relevância para pesquisas futuras e para avançar nossa compreensão da espécie.

Palavras-chave: abelhas sem-ferrão; jandaíra; lacunas do conhecimento; meliponíneos; nível de conhecimento.

ABSTRACT

The stingless bee *Melipona subnitida* Ducke, commonly known as jandaíra, is endemic to Northeast Brazil and holds great importance as a pollinator in this region, as well as the production of bee products representing a significant source of secondary income for families of the local people. The objective of this review was to assess the current scientific knowledge about this bee, identifying the main areas studied by researchers and the knowledge gaps about the species. To achieve this, studies were systematically selected through a search in six databases: SciELO, Springer, ScienceDirect, Taylor & Francis, Wiley Library, and Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA). The publications were analyzed and followed the recommended guidelines of the PRISMA Statement. They were categorized into themes based on the main focus of each work. Results revealed that two areas concentrate most of the research: studies related to honey (21%) and genetics and diversity (14%). On the other hand, there are lack of studies on the species' potential for crop pollination (3%), nesting (3%), pollen studies (3%), threats (3%), among others with no publications. Identifying these knowledge gaps regarding *M. subnitida* is of utmost importance for future research and advancing our understanding of the species.

Keywords: stingless bees; jandaíra; knowledge gaps; meliponine; knowledge status.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de rastreio dos estudos recuperados para o estado da arte da abelha jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>) conforme a recomendação PRISMA.....	21
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantificação das publicações encontrados na literatura para o Estado da Arte da abelha jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>) com base nas principais informações do trabalho.	45
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de ninhos de <i>Melipona subnitida</i> encontrados nas espécies arbóreas analisadas por Martins e colaboradores (2004).	27
Tabela 2 - Caracterização físico-química do mel de <i>Melipona subnitida</i> com base na literatura consultada.	39

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Quantificação das exclusões de publicações no estudo de avaliação do conhecimento a respeito da abelha jandaíra, conforme os critérios de exclusão utilizados.....22
- Quadro 2 - Classificação dos artigos e notas científicas recuperados através das bases dados para a composição do estado da arte da abelha jandaíra.22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASF	Abelhas sem-ferrão
HMF	Hidroximetilfufural
Mpb	Megabases
pg	Picograma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 MATERIAS E MÉTODOS	19
3.1 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	19
3.1.1 Critérios de inclusão	19
3.1.2 Critérios de exclusão	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	25
4.2 NIDIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUÇÃO DO NINHO	26
4.3 PRODUÇÃO DE INDIVÍDUOS	27
4.4 ATIVIDADE DE VOO E TERMORREGULAÇÃO	28
4.5 RECURSOS E DIETA	30
4.6 POTENCIAL PARA USO NA POLINIZAÇÃO AGRÍCOLA	32
4.7 MANEJO PRODUTIVO	32
4.8 ORGANISMOS RELACIONADOS, INIMIGOS NATURAIS E DOENÇAS	34
4.9 GENÉTICA E DIVERSIDADE	35
4.10 PRODUTOS	37
4.10.1 Mel	37
4.10.2 Pólen	40
4.10.3 Geoprópolis	40
4.11 ESTRATÉGIAS DE SOBREVIVÊNCIA	41
4.12 AMEAÇAS	42
4.13 LACUNAS NO CONHECIMENTO E PERSPECTIVAS	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

As abelhas sem-ferrão (ASF), também conhecidas como meliponíneos, são um grupo de abelhas das regiões tropicais e subtropicais do globo (NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2013). Essas abelhas apresentam uma grande variedade de tamanhos, cores, hábitos alimentares, comportamentos sociais e padrões de nidificação (ROUBIK, 2006; MICHENER, 2013). Elas desempenham um papel importante na polinização de plantas nativas, que fornecem alimento e abrigo para vários animais silvestres, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas; e cultivadas, incluindo culturas de importância econômica (FREITAS; BOMFIM, 2017; GRÜTER, 2020). As criações de meliponíneos fornecem uma importante fonte de renda para as comunidades locais em áreas rurais e remotas através da produção de mel, pólen, própolis e outros produtos (VILLAS-BÔAS, 2012; JAFFÉ et al., 2015; FELIX; FREITAS, 2021a).

Atualmente existem cerca de 500 espécies de meliponíneos descritas em todo o mundo, sendo que aproximadamente 250 delas estão presentes no Brasil, o que torna este país mundialmente conhecido como um dos mais ricos em espécies de abelhas nativas (ASCHER; PICKERING, 2020). Essas abelhas são adaptadas às condições climáticas e aos diferentes tipos de vegetação encontrados em todo o território brasileiro, desde a Floresta Amazônica até o Cerrado, Mata Atlântica e a Caatinga (OLIVEIRA; MORATO; GARCIA, 1995; SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004; FREITAS et al., 2009).

Com as mudanças climáticas dos últimos anos, a crescente urbanização, o uso indiscriminado de agrotóxicos e o desmatamento de vegetações nativas, as abelhas brasileiras estão cada vez mais ameaçadas (FREITAS et al., 2009). Dessa forma, como ocupam nichos específicos e estabelecem relações simbióticas com as plantas locais (MARTINS et al., 2004; MAIA-SILVA et al., 2020), a perda das áreas nativas ocasiona falta de alimento e de locais de nidificação (MARTINS et al., 2004; MAIA-SILVA et al., 2020).

A abelha *Melipona subnitida* Ducke 1910, popularmente conhecida como jandaíra, é endêmica do Nordeste do Brasil, tendo importante papel como polinizador de espécies nativas da região e na manutenção da biodiversidade da Caatinga, sendo uma das poucas espécies de meliponíneos adaptada ao clima seco desse bioma (GRÜTER, 2020; MAIA-SILVA et al., 2020). Além disso desempenha um importante papel como polinizador de espécies de interesse econômico de cultivos agrícola como a goiabeira (*Psidium guajava* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.) (CRUZ et al., 2005a; ALVES; FREITAS, 2006).

Atualmente é uma das principais espécies de meliponíneo criada pelos meliponicultores nordestinos, representando uma importante fonte de renda secundária para as famílias (FELIX, 2015). O mel de jandaíra, dentre os outros produtos já citados, também é utilizado como medicinal pela tradição popular, fato que atualmente tem sido alvo de diversas pesquisas relacionadas a esse assunto, podendo contribuir futuramente no tratamento de algumas enfermidades (ALVES et al., 2008; SOUZA-JÚNIOR et al., 2019; SOUSA-FONTOURA et al., 2020; BEZERRA et al., 2023).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consiste em verificar o conhecimento atual sobre a abelha *Melipona subnitida*, identificando as principais áreas estudadas pelos pesquisadores e as lacunas no conhecimento sobre a espécie. Com isso, se pretende a contribuir na orientação de trabalhos futuros para um melhor entendimento da abelha jandaíra, bem como em ações de conservação da espécie.

2 OBJETIVO

Descrever a situação atual do conhecimento científico sobre a espécie *Melipona subnitida*.

2.1 Objetivos específicos

1. Identificar os principais temas estudados a respeito da espécie *Melipona subnitida*.
2. Identificar as lacunas no conhecimento a respeito da espécie *Melipona subnitida*.

3 MATERIAS E MÉTODOS

Os dados aqui apresentados foram obtidos a partir de uma revisão bibliográfica sistematizada dos trabalhos científicos publicados, que ajudassem a retratar o panorama situacional de *Melipona subnitida* no Brasil. Os trabalhos foram selecionados por meio da busca combinada "*Melipona subnitida* OR jandaíra", em março de 2023, nas principais bases de dados disponíveis: *SciELO*, *Springer*, *ScienceDirect*, *Taylor & Francis*, *Wiley Library*, Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA). Para que a literatura consultada fosse avaliada em sua totalidade, não houve emprego de limitação temporal quanto ao ano das publicações. Desta forma, todas as publicações recuperadas foram analisadas. As publicações foram inicialmente analisadas quanto ao título e resumo. Apenas os resultados que se alinhassem com os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para leitura na íntegra. Com a finalidade de ampliar o conteúdo teórico disponibilizado, foram incluídas publicações não recuperadas nas bases utilizadas por meio de buscas complementares na literatura, que pudessem apresentar dados de relevância sobre o tema estudado. Para uma melhor qualidade de apresentação metodológica, este estudo seguiu as recomendações preconizadas pelo *Statement PRISMA* (Principais itens para relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises) (MOHER et al., 2015). Ressalta-se que sob o termo jandaíra encontrou-se uma diversidade de publicações que não se referiam à abelha, mas a cidade de mesmo nome localizada no estado da Bahia ou à formação rochosa chamada jandaíra no estado do Rio Grande do Norte, devido sua semelhança com a combinação de descritores empregada. Todavia, esses resultados foram excluídos ainda na fase de triagem e classificados como fora do tema proposto para este estudo, bem como, outras publicações que não se referiam ao termo "jandaíra" como a espécie *Melipona subnitida*.

3.1 Critérios de elegibilidade

As publicações rastreadas nas bases foram submetidas ao crivo dos critérios de inclusão e exclusão apresentados a seguir.

3.1.1 Critérios de inclusão

Publicações que apresentaram informações sobre a espécie *Melipona subnitida* em seus desfechos foram incluídas no estudo. Também foram incluídos estudos que abordaram de forma primária ou secundária o uso de produtos oriundos da espécie (ex. mel, geoprópolis, pólen).

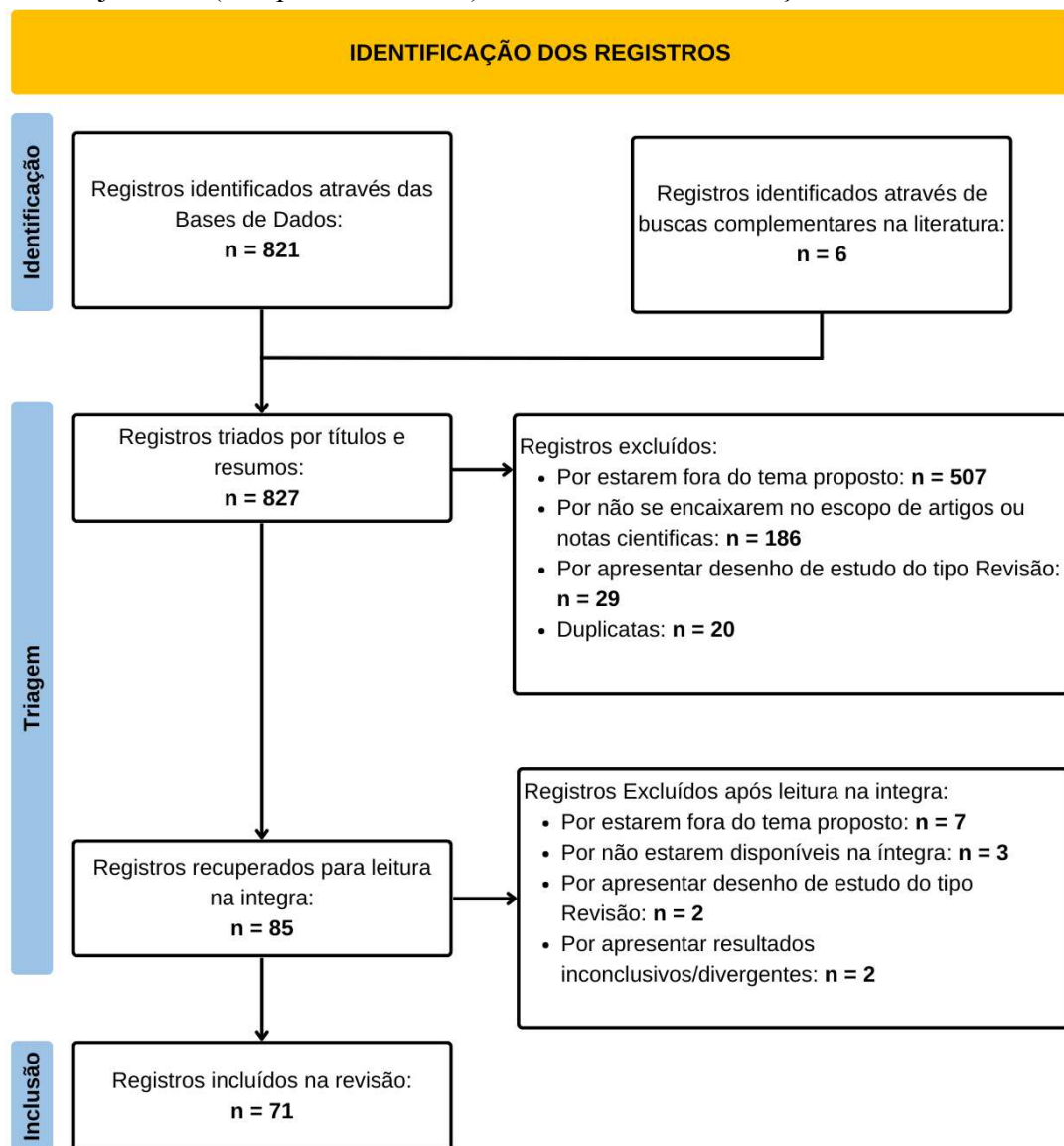
3.1.2 Critérios de exclusão

Os trabalhos fora da temática proposta ou onde a espécie foi apenas mencionada, mas não desenvolvida nos resultados do trabalho; revisões de qualquer natureza; textos cujo desenho metodológico não se encaixaram no formato de artigos ou notas científicas; estudos indisponíveis na íntegra ou que não foram possíveis de serem recuperados por meio de acesso pelo Portal de Periódicos da CAPES ou por meio de solicitação aos autores; estudos em duplicidade; e publicações que apresentaram resultados divergentes e/ou inconclusivos em seu conteúdo foram excluídos e não considerados para o presente estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 821 publicações foi encontrado na busca sistematizada nas bases de dados e a elas adicionadas seis publicações complementares, obtendo resultados de publicações entre os anos de 1910 e 2023. Destas, 85 foram pré-selecionados para leitura de texto completo após a fase de triagem por títulos e resumos. Após a leitura, e descarte de 14 publicações, as 71 restantes foram selecionadas para compor este estudo. O processo de triagem pode ser conferido no fluxograma de rastreamento recomendado pelo PRISMA (MOHER et al., 2015), disponível na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de rastreamento dos estudos recuperados para o estado da arte da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) conforme a recomendação PRISMA.



Fonte: MOHER et al. (2015, com adaptações).

Os motivos das 756 exclusões podem ser conferidos no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Quantificação das exclusões de publicações no estudo de avaliação do conhecimento a respeito da abelha jandaíra, conforme os critérios de exclusão utilizados.

Critérios de Exclusão	Quantidade
Fora do tema proposto	514
Desenho metodológico não se enquadra no formato de artigo ou notas científicas	186
Publicações em duplicidade	20
Outros estudos de revisão	31
Texto indisponível na íntegra	3
Resultados apresentados inconclusivos/divergentes	2
Total	756

Fonte: elaboração própria (2023).

Os 71 artigos e notas científicas incluídos através da seleção dos trabalhos recuperados na literatura foram classificados com base no tipo de informação principal a respeito da espécie nos seguintes temas apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos artigos e notas científicas recuperados através das bases dados para a composição do estado da arte da abelha jandaíra.

TEMAS	AUTORES/ ANO	TÍTULO
Descrição da espécie e distribuição geográfica	(DUCKE, 1910)	<i>Contribution a la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil</i>
	(KERR; CABEDA, 1985)	Introdução de abelhas no território federal de Fernando de Noronha
	(RÊGO; ALBUQUERQUE, 2006)	Redescoberta de <i>Melipona subnitida</i> Ducke (Hymenoptera: Apidae) nas Restingas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA
	(GOSTINSKI et al., 2016)	<i>Species richness and activity pattern of bees</i> (Hymenoptera, Apidae) <i>in the restinga area of Lençóis Maranhenses National Park, Barreirinhas, Maranhão, Brazil</i>
Nidificação e características de construção do ninho	(MARTINS et al., 2004)	Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN)
	(MACEDO et al., 2020)	<i>Nesting behavior of stingless bees</i>
Produção de indivíduos	(CONTEL; KERR, 1976)	<i>Origin of males in Melipona subnitida estimated from data of an isozymic polymorphic system</i>
	(KOEDAM; CONTRERA; IMPERATRIZ-FONSECA, 1999)	<i>Clustered male production by workers in the stingless bee Melipona subnitida</i> Ducke (Apidae, Meliponinae)
	(KOEDAM et al., 2005)	<i>How queen and workers share in male production in the stingless bee Melipona subnitida</i> Ducke (Apidae, Meliponini)
Atividade de voo e termorregulação	(OLIVEIRA et al., 2012)	Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas <i>Melipona subnitida</i> Ducke (Meliponinae)
	(SILVA et al., 2014a)	<i>Foraging Distance of Melipona subnitida</i> Ducke (Hymenoptera: Apidae)
	(SILVA et al., 2017)	<i>On the thermal limits for the use of stingless bees as pollinators in commercial greenhouses</i>

	(CASTRO et al., 2019)	Resposta Adaptativa de <i>Melipona subnitida</i> Ducke e a Termorregulação Colonial em Diferentes Condições Térmicas no Contexto das Mudanças Climáticas
	(SOUZA-JUNIOR et al., 2020)	<i>Increasing thermal stress with flight distance in stingless bees (Melipona subnitida) in the Brazilian tropical dry forest: Implications for constraint on foraging range</i>
	(MAIA-SILVA et al., 2021)	<i>Don't stay out too long! Thermal tolerance of the stingless bees Melipona subnitida decreases with increasing exposure time to elevated temperatures</i>
Recursos e dieta	(OLIVEIRA et al., 2016)	<i>Flowering phenology of Mouriri guianensis (Melastomataceae) and its interaction with the crepuscular bee Megalopta amoena (Halictidae) in the restinga of Lençóis Maranhenses National Park, Brazil</i>
	(RIBEIRO; LUZ; ALBUQUERQUE, 2019)	<i>Palynology as a tool for distinguishing geopropolis samples from stingless bee species in the Maranhense Amazon, Brazil</i>
	(MAIA-SILVA et al., 2020)	<i>Stingless Bees (Melipona subnitida) Overcome Severe Drought Events in the Brazilian Tropical Dry Forest by Opting for High-Profit Food Sources</i>
	(PINTO; CORRÊA RÊGO; DE ALBUQUERQUE, 2021)	<i>Honey pollen spectra of two species of stingless bee (Apidae: Meliponini) in Lençóis Maranhenses National Park, Brazil</i>
	(PINTO; SILVA; DE ALBUQUERQUE, 2022)	<i>Floral visiting bees of Humiria balsamifera var. floribunda (Humiriaceae) and its pollen transport network, in a restinga environment</i>
	(SANTOS et al., 2020)	<i>Pollen spectrum of honey of Apis mellifera L. and stingless bees (Hymenoptera: Apidae) from the semi-arid region of Bahia State, Brazil</i>
	(DINIZ et al., 2021)	<i>Pollen Spectrum of Honey from the Bee Melipona subnitida Ducke (1910) in Restinga in Maranhão State</i>
Potencial para uso agrícola	(CRUZ et al., 2005a)	<i>Pollination efficiency of the stingless bee Melipona subnitida on greenhouse sweet pepper</i>
	(ALVES; FREITAS, 2006)	Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.).
Manejo produtivo	(RIBEIRO; LIMA, 2015)	Avaliação da criação de abelhas-sem-ferrão em Fernando de Noronha após 30 anos de sua introdução.
	(KOFFLER et al., 2015)	<i>Temporal Variation in Honey Production by the Stingless Bee Melipona subnitida (Hymenoptera: Apidae): Long-Term Management Reveals its Potential as a Commercial Species in Northeastern Brazil.</i>
	(ELEUTÉRIO; ROCHA; FREITAS, 2022)	<i>Production of new colonies of Melipona subnitida Ducke (Hymenoptera: Apidae) by reclamation of excess virgin queens</i>
Organismos relacionados, inimigos naturais e doenças	(FERRAZ et al., 2008)	Microbiota fúngica de <i>Melipona subnitida</i> Ducke (Hymenoptera: Apidae)
	(SILVA et al., 2016)	Levantamento de artrópodes associados à colmeias de jandaíra (<i>Melipona subnitida</i> Ducke) (Apidae: Meliponinae) em Mossoró-RN, Brasil
	(MAIA-SILVA et al., 2013)	<i>Out with the garbage: the parasitic strategy of the mantisfly Plega hagenella mass-infesting colonies of the eusocial bee Melipona subnitida in northeastern Brazil</i>
	(SOUZA et al., 2019b)	<i>Occurrence of deformed wing virus variants in the stingless bee Melipona subnitida and honey bee Apis mellifera populations in Brazil</i>
Genética e diversidade	(ROCHA et al., 2002)	<i>DNA characterization and karyotypic evolution in the bee genus Melipona (Hymenoptera, Meliponini)</i>
	(TAVARES; CARVALHO; SOARES, 2010)	<i>Genome size variation in Melipona species (Hymenoptera: Apidae) and sub-grouping by their DNA content</i>
	(BONATTI et al., 2014)	<i>Evidence of at least two evolutionary lineages in Melipona subnitida (Apidae, Meliponini) suggested by mtDNA variability and geometric morphometrics of forewings</i>

	(LIMA et al., 2014)	<i>Population structure of Melipona subnitida</i> Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) at the southern limit of its distribution based on geometric morphometrics of forewings.
	(SILVA et al., 2014b)	<i>New molecular evidence for fragmentation between two distant populations of the threatened stingless bee Melipona subnitida</i> Ducke (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).
	(BOMFIM et al., 2014)	Contribuição à filogenia de abelhas <i>Melipona</i> com uso de sequências parciais da região ITS1 do nrDNA.
	(SOUZA et al., 2015)	<i>Isolation and characterization of 23 microsatellite loci in the stingless bee Melipona subnitida using next-generation sequencing</i>
	(SOUZA et al., 2018a)	<i>Genetic variability of Melipona subnitida</i> (Hymenoptera: Apidae) in introduced and native populations.
	(SOUZA et al., 2019a)	<i>Population variation and island effect in Melipona subnitida</i> (Hymenoptera: Apidae)
	(JAFFÉ et al., 2019)	<i>Landscape genomics to the rescue of a tropical bee threatened by habitat loss and climate change</i>
Produtos (mel)	(ALVES et al., 2008)	Efeitos da aplicação tópica do mel de <i>Melipona subnitida</i> em feridas infectadas de ratos
	(DUARTE et al., 2012)	<i>Composition and antioxidant activity of honey from Africanized and stingless bees in Alagoas (Brazil): a multivariate analysis</i>
	(SILVA et al., 2013)	<i>Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaira (Melipona subnitida) honey</i>
	(ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013)	<i>Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from Melipona subnitida and Apis mellifera</i>
	(ALMEIDA-MURADIAN; STRAMM; ESTEVINHO, 2014)	<i>Efficiency of the FT-IR ATR spectrometry for the prediction of the physicochemical characteristics of Melipona subnitida honey and study of the temperature's effect on those properties</i>
	(SOUSA et al., 2016a)	<i>Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region</i>
	(SOUSA et al., 2016b)	<i>Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by Meliponini in the Brazilian semiarid region</i>
	(OLIVEIRA et al., 2017)	<i>Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees</i> (Hymenoptera: Apidae)
	(DUARTE et al., 2018)	<i>Honey and bee pollen produced by Meliponini</i> (Apidae) in Alagoas, Brazil: multivariate analysis of physicochemical and antioxidant profiles
	(COSTA et al., 2018b)	<i>Volatile profile of monofloral honeys produced in Brazilian semiarid region by stingless bees and key volatile compounds</i>
	(COSTA et al., 2018a)	<i>Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region</i>
	(MELO et al., 2020)	<i>Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of Brazilian Northeastern toward Lactobacillus acidophilus LA-05 and Bifidobacterium lactis BB-12</i>
	(BRAGA et al., 2020)	<i>Analytical study of the physicochemical characteristics from Melipona subnitida</i> D. honey in adequation to Brazilian law
	(SANT'ANA et al., 2020)	<i>Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region</i>
	(BEZERRA et al., 2023)	<i>Malicia honey (Mimosa quadrivalvis L.) produced by the jandaira bee (Melipona subnitida D.) improves depressive-like behaviour, somatic, biochemical and inflammatory parameters of obese rats</i>
Produtos (pólen)	(SILVA et al., 2006)	<i>Chemical composition and free radical scavenging activity of</i>

		<i>pollen loads from stingless bee Melipona subnitida</i> Ducke
	(OLIVEIRA et al., 2019)	<i>Phenolic compound, nutritional and antioxidant profile of pollen collected by the genus melipona in North Eastern Brazil</i>
Produtos (geoprópolis)	(PEREIRA et al., 2017)	<i>Phytotoxic potential of the geoprópolis extracts of the Jandaira stingless bee (Melipona subnitida) in weeds</i>
	(SOUZA et al., 2018b)	<i>Characterisation of phenolic compounds by UPLC-QTOF-MS/MS of geoprópolis from the stingless bee Melipona subnitida (jandaira)</i>
	(SOUZA-JÚNIOR et al., 2019)	<i>Geoprópolis gel for the adjuvant treatment of candidiasis – formulation and in vitro release assay</i>
	(SOUZA-FONTOURA et al., 2020)	<i>Wound healing activity and chemical composition of geoprópolis from Melipona subnitida</i>
	(FERREIRA et al., 2022)	<i>Chemical profile and antioxidant activity of geoprópolis from Melipona subnitida collected inside and outside the nest</i>
Estratégias de sobrevivência	(MAIA-SILVA et al., 2014)	<i>Environmental windows for foraging activity in stingless bees, Melipona subnitida Ducke and Melipona quadrifasciata Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)</i>
	(MAIA-SILVA et al., 2015)	<i>Survival strategies of stingless bees (Melipona subnitida) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest</i>
	(MAIA-SILVA et al., 2016)	<i>Stingless bees (Melipona subnitida) adjust brood production rather than foraging activity in response to changes in pollen stores</i>
	(HARANO; MAIA-SILVA; HRNCIR, 2020a)	<i>Adjustment of fuel loads in stingless bees (Melipona subnitida)</i>
	(HARANO; MAIA-SILVA; HRNCIR, 2020b)	<i>Why do stingless bees (Melipona subnitida) leave their nest with resin loads?</i>
	(SILVA et al., 2021)	<i>Temporal Memory in Foraging of the Stingless Bee Melipona subnitida (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)</i>
Ameaças	(GIANNINI et al., 2017)	<i>Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability</i>
	(LIMA; MARCHIORO, 2021)	<i>Brazilian stingless bees are threatened by habitat conversion and climate change</i>

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa (2023).

4.1 Descrição da espécie e distribuição geográfica

Neste tópico foram incluídas 4 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

A abelha *Melipona subnitida* foi descrita pelo entomologista e botânico Adolpho Ducke, em 1910 em seu artigo “*Contribution a la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil*”. Anteriormente, Ducke já teria citado a espécie em seus trabalhos como *nigritula* Friese, antes de perceber que se tratava de uma nova espécie e que lembraria à primeira vista um pequeno exemplar de *Melipona scutellaris* Latreille (DUCKE, 1910). Segue a descrição na íntegra feita pelo botânico.

“*M. subnitida* n. sp.
(anteriormente citada em meus trabalhos como *nigritula* Friese)

Corpo preto, parcialmente marrom, cabeça sem desenhos claros, sua pilosidade é esbranquiçada na face (que é opaca), marrom ferruginosa no vértice, que é levemente brilhante. Mandíbulas sem dentes; bochechas estreitas; flagelo das

antenas ruivo, na parte inferior mais para o marrom. Tórax coberto por pelos vivamente ferruginosos, mesonoto e especialmente escutelo mais ou menos brilhantes, mas sem pontuação distinta; mesopleuras finamente pontuadas. Parte posterior do segmento médio finamente pontuada, lisa no meio. Abdômen convexo, bastante brilhante, os segmentos dorsais 1-3 têm pequenas manchas pós-laterais amarelas, que desaparecem mais ou menos nos espécimes secos; parte basal do 1º segmento dorsal com pilosidade curta e fraca, mais para o tom negro; o 6º segmento dorsal e o ventre com pelos cinza esbranquiçados. Asas amareladas, escamas ferruginosas. Pernas castanhas ou negras, pilosidade dos fêmures acinzentada, das tíbias e tarsos pretas, ferruginosas no lado interno destes - Comp. do corpo, 4,50-8,50 mm, larg. do tórax, 3,75 mm.

Maranhão: Alcântara; Ceará: Fortaleza, Maranguape, Baturité. Serra de Baturité, Miguel-Calmon. - Lembra à primeira vista um pequeno exemplar da *M. Scutellaris* Latr.” (DUCKE, 1910, p.107, tradução nossa)

Seu descritor específico “subnitida” foi escolhido em decorrência das listras amareladas no abdômen que desapareceriam com a idade ou nos espécimes secos, tornando-se sub-nítidas (HRNCIR; KOEDAM; IMPERATRIZ-FONSECA, 2017).

A princípio, a espécie foi coletada nos municípios de Fortaleza, Baturité e Maranguape, no Ceará, e em Alcântara, no Maranhão (DUCKE, 1910). Mas, atualmente sabe-se que a espécie ocorre em todos os estados do Nordeste (CAMARGO; PEDRO; MELO, 2008), estando presente também na Ilha de Fernando de Noronha, ao qual foi introduzida na década de 80 (KERR; CABEDA, 1985; RIBEIRO; LIMA, 2015). Além da Caatinga, a espécie já foi encontrada em áreas de restinga no bioma de Mata Atlântica (RÊGO; ALBUQUERQUE, 2006; GOSTINSKI et al., 2016).

4.2 Nidificação e características de construção do ninho

Neste tópico foram incluídas 2 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Martins e colaboradores (2004) realizaram observações na caatinga, na região do Seridó paraibano (São José do Sabugi, PB) e em João Câmara, RN, a fim de verificar as espécies arbóreas utilizadas por abelhas sem-ferrão para nidificação. Dentre os ninhos avaliados, 130 deles foram de *Melipona subnitida*, sendo que mais de 70% destes foram encontrados em imburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett) e em catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), também foram observadas nidificações em outras espécies que podem ser verificadas na tabela 1.

Macedo e colaboradores (2020), em locais do Curimataú na Paraíba, analisaram 60 ninhos naturais de oito espécies de meliponíneos presentes na área, dentre essas, a jandaíra foi a mais frequente, ocupando cerca de 36,67% dos ninhos e tendo a imburana (*C.*

leptophloeos) como a principal espécie arbórea para nidificação das abelhas observadas (46,66%), corroborando com o observado por Martins et al. (2004), representando uma árvore importante para a manutenção e permanência desses animais na Caatinga.

Tabela 1 - Número de ninhos de *Melipona subnitida* encontrados nas espécies arbóreas analisadas por Martins e colaboradores (2004).

Espécie arbórea	Quantidade (n)	(%)
<i>Commiphora leptophloeos</i>	65	50,00
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	29	22,31
<i>Piptadenia communis</i>	11	8,46
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>	9	6,92
<i>Spondias tuberosa</i>	3	2,31
<i>Anadenanthera collubrina</i>	2	1,54
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2	1,54
<i>Lycania rigida</i>	1	0,77
Outras	8	6,15
Total	130	100,00

Fonte: MARTINS et al. (2004; com adaptações)

Para *Melipona subnitida*, em seu habitat natural, a altura média do ninho é de 1,5 m, com o diâmetro médio do orifício de entrada com cerca de 8,5 mm (Macedo et al, 2020); o diâmetro médio do tronco da árvore é de 17,7 cm, o diâmetro interno variou de 5 a 13 cm (média = 8 cm) e o comprimento entre 63 a 150 cm (média = 112 cm), representando volumes de 2,4 a 8,6 litros (média = 5,6 litros) (Martins et al, 2004). O diâmetro do tronco da árvore observado por Macedo e colaboradores (2020) foi de 83 cm, que pode estar relacionado com as espécies arbóreas analisadas e com a idade das árvores.

Outro achado importante no estudo de Macedo e colaboradores (2020) é a preferência das espécies observadas em nidificar em árvores vivas, que apresentaram 85% das nidificações, árvores mortas (6,67%), troncos secos (5,0%) e cupinzeiros (3,33%).

4.3 Produção de indivíduos

Neste tópico foram incluídas 3 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Uma colônia de *Melipona subnitida* é composta por uma rainha, operárias e machos (MICHENER, 1974; BRUENING, 2011). As operárias desempenham diversas tarefas dentro do ninho, como coleta de néctar e pólen, construção e manutenção dos favos de cria, defesa da colônia, entre outras funções (MICHENER, 1974; BRUENING, 2011). Os machos

têm como função principal o acasalamento, não desempenhando funções dentro da colônia (MICHENER, 1974; BRUENING, 2011). Por sua vez, a rainha é responsável pela produção de novos indivíduos, através do sistema haplodiplóide, onde ovos fecundados dão origem a fêmeas, enquanto ovos não fecundados dão origem a machos (BRUENING, 2011; MICHENER, 1974).

A produção de princesas (rainhas virgens) e operárias é exclusiva da rainha, enquanto a produção de machos é dividida com as operárias (que são fêmeas não fecundadas) como mostram alguns estudos (CONTEL; KERR, 1976; KOEDAM; CONTRERA; IMPERATRIZ-FONSECA, 1999; KOEDAM et al., 2005;).

No gênero *Melipona*, não existe a diferenciação do tamanho da célula de cria, todos os indivíduos emergem de células de mesmo tamanho (MICHENER, 1974; BRUENING, 2011), sendo que em um disco de cria, em sua maioria, emergirão operárias e uma pequena porcentagem de princesas e machos. Koedam et al. (1999) verificaram favos de cria de quatro colônias de *M. subnitida* e observaram que cerca de 5 a 8% das células de cria produziram rainhas virgens e 1 a 3% produziram machos, com uma perda de 3% das células por conta da manipulação dos favos. Resultados semelhantes foram encontrados por Koedam et al. (2005) para a quantidade de princesas, que variou de 4 a 9%, entretanto, a produção de machos variou de 0,2 a 47,2% para as colônias observadas, sendo que esse aumento na produção de machos ocorreu após o aumento da disponibilidade da fonte proteica pelos pesquisadores. Relacionando isso a dependência da quantidade de proteínas disponíveis para a ativação do desenvolvimento ovariano das operárias (KOEDAM; CONTRERA; IMPERATRIZ-FONSECA, 1999; KOEDAM et al., 2005). Entretanto, a rainha ovipositou duas vezes mais ovos que originaram machos do que as operárias (KOEDAM et al., 2005), semelhante ao encontrado por Contel & Kerr (1976) onde foi estimado que rainhas e operárias produzem machos em uma proporção de 3:2.

4.4 Atividade de voo e termorregulação

Neste tópico foram incluídas 6 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Estudos recentes têm investigado como as variações climáticas ou outros fatores podem influenciar a atividade de voo e/ou a termorregulação de *Melipona subnitida*, buscando compreender como essas mudanças podem afetar seu comportamento e

desempenho (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2017; CASTRO et al., 2019; SOUZA-JUNIOR et al., 2020; MAIA-SILVA et al., 2021).

As atividades externas para jandaíra iniciam-se por volta das 5 horas, sendo a manhã o período de maior atividade (CASTRO et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2012), principalmente para as coletas de pólen, néctar, água e barro (OLIVEIRA et al., 2012). Em contrapartida, por voltas das 16 horas ocorre uma queda no fluxo de entrada das colônias e as 18 horas o comportamento forrageiro é nulo (CASTRO et al., 2019). Oliveira e colaboradores (2012) em seu trabalho sobre a influência das variações climáticas na atividade de voo da espécie, observaram uma correlação positiva com a irradiação solar (IR) e o fluxo de abelhas com cargas de néctar e água ao longo do ano, isso implica que a medida que a IR aumenta há um aumento dessas coletas, enquanto que a temperatura apresentou uma correlação positiva para as coletas de néctar e água apenas no período seco do ano (setembro a dezembro), por outro lado, a velocidade do vento em suas observações não influenciaram nenhuma coleta.

Um estudo demonstrou que a tolerância térmica das abelhas diminui à medida que o tempo de exposição a temperaturas elevadas aumenta (MAIA-SILVA et al., 2021). Isso sugere que abelhas expostas a longos períodos de calor intenso podem sofrer estresse térmico e ter sua atividade de voo comprometida (MAIA-SILVA et al., 2021). As temperaturas críticas e letais para a jandaíra observadas em laboratório foram, 41,6 °C (tempo de exposição = 60 min) e 52,0 °C (tempo de exposição = 6 min), e 42,9 °C (tempo de exposição = 60 min) e 54,8 °C (tempo de exposição = 6 min), respectivamente (MAIA-SILVA et al., 2021).

Em complemento a isso, o trabalho de Souza-Junior et al. (2020) investigou o estresse térmico e sua relação com a distância de voo, cujos resultados revelaram que à medida que as abelhas voam por distâncias maiores, elas estão sujeitas a um aumento no estresse térmico. Isso ocorre porque o calor gerado pelo voo e as condições ambientais adversas, como altas temperaturas, resultam em um acúmulo de calor no corpo das abelhas (SOUZA-JUNIOR et al., 2020). Esse aumento do estresse térmico pode ser prejudicial, comprometendo seu desempenho e saúde (MAIA-SILVA et al., 2021).

Com relação a termorregulação colonial, a temperatura externa pode influenciar o comportamento das colônias, quando expostas diretamente ao sol, possuem um decréscimo no comportamento forrageiro e na defensividade das abelhas em comparação as instaladas em locais sombreados (CASTRO et al., 2019). Isso pode estar relacionado com o gasto de tempo e energia na refrigeração da colônia.

No contexto de ambientes fechados, como estufas comerciais, Silva et al. (2017) avaliaram as temperaturas críticas e letais para a exposição de longo prazo (24 horas) a uma

faixa de temperatura, observaram os limites crítico e letal de 40 e 44 °C, respectivamente, para indivíduos com acesso a água, e 39 e 42 ° C, respectivamente, sem acesso a água. Uma exposição prolongada, acima da temperatura crítica para espécie, leva em poucos dias a uma interrupção do forrageamento e da produção de crias, diminuindo drasticamente o desempenho da colônia e podendo levar a morte (SILVA et al., 2017).

Essas pesquisas sugerem que a atividade de voo das abelhas jandaíras é afetada pelas condições climáticas, seja em termos de variações diárias ou de mudanças climáticas mais amplas. Portanto, deve-se evitar a exposição direta da colônia ao sol e locais onde as abelhas necessitem voar longas distancias para coletar recursos. Com base no estudo de Silva et al. (2014a), a distância máxima de forrageamento é de 1.160 m e a distância mais favorável é de até 653 m. Dos trabalhos citados neste tópico, com exceção da pesquisa realizada por Castro et al. (2019), que ocorreu no Ceará, e o de Silva et al (2014), que ocorreu no Maranhão, todos os outros foram realizados no estado do Rio Grande do Norte.

4.5 Recursos e dieta

Neste tópico foram incluídas 7 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Conhecer as fontes de alimento é uma importante ferramenta na conservação das espécies de abelhas sem-ferrão e na indicação para um pasto meliponícola adequado. Com base nisso, alguns estudos verificaram o espectro polínico do mel e do pólen de *M. subnitida*, auxiliando na identificação das origens desses produtos e, conseqüentemente, das espécies botânicas visitadas por essas abelhas (SANTOS et al., 2020; MAIA-SILVA et al., 2020; PINTO; CORRÊA RÊGO; DE ALBUQUERQUE, 2021; DINIZ et al., 2021).

Maia-Silva e colaboradores (2020) verificaram o espectro polínico de potes de mel e pólen em uma área de caatinga, onde identificaram 18 tipos polínicos coletados por *M. subnitida*, sendo 12 deles presentes em potes de pólen e 17 em potes de mel. A fonte de néctar mais abundante foi *Pityrocarpa moniliformis* (catanduva), sendo responsável por mais de 50% dos grãos encontrados no mel. Enquanto as fontes mais abundantes de pólen foram arbustos com flores poricidas, *Chamaecrista spp.* (20,8%), *Senna obtusifolia* (fedegoso/mata-pasto) (22,3%) e a espécie arbórea *P. moniliformis* (25,1%). Outras espécies também foram frequentes nas análises de pólen e mel ao longo do ano, como *Mimosa arenosa* (jurema-branca), *M. caesalpiinifolia* (sabiá), *M. tenuiflora* (jurema-preta), *Borreria verticillata* (vassourinha-de-botão), *Psidium guajava* (goiabeira). As espécies *Croton sonderianus*

(marmeleiro) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) contribuíram dentro de suas épocas de floração. Um estudo avaliando o espectro polínico do mel de jandaíra na região semiárida da Bahia, trouxe resultados semelhantes aos encontrados por Maia-Silva et al. (2020), onde verificou-se *Mimosa caesalpiniiifolia* e *M. tenuiflora* como os tipos polínicos predominantes (SANTOS et al., 2020).

Dois estudos recentes verificaram o espectro polínico do mel desta espécie em áreas de restinga maranhenses e registraram grande número de representantes das famílias Fabaceae, Myrtaceae, Amaranthaceae, Arecaceae e Rubiaceae (DINIZ et al., 2021; PINTO; CORRÊA RÊGO; DE ALBUQUERQUE, 2021). Em um desses estudos, encontraram 56 tipos polínicos (28 pertenciam a plantas produtoras de néctar) sendo os tipos mais abundantes *Comolia lythrarioides* (23,37%), *Doliocarpus* (15,45%), *Humiria balsamifera* (13,95%), *Myrcia* sp.1 (10,35%), *Chrysobalanus icaco* (9,67%), *Mimosa misera* Benth. (5,10%), *Pterolepis* (4,98%), *Chamaecrista ramosa* (4,42%), *Coccoloba* (3,46%) e *Mouriri guianensis* (3,04%) (PINTO; CORRÊA RÊGO; DE ALBUQUERQUE, 2021). No outro, verificou-se 54 tipos polínicos (23 de plantas nectaríferas), com destaque para *Avicennia germinans*, *Copaifera martii*, *Myrcia multiflora* e *Pontederia parviflora*. Estudos também confirmam a jandaíra como visitante floral de *Humiria balsamifera* (PINTO; SILVA; DE ALBUQUERQUE, 2022) e *Mouriri guianensis* (OLIVEIRA et al., 2016).

Ribeiro et al. (2019) utilizaram o espectro polínico de amostras de geoprópolis de *M. subnitida* para determinar o perfil fitogeográfico de uma região amazônica do Maranhão, e auxiliar na possível caracterização da vegetação fornecedora de resinas. Uma vez que cerca de 5% do peso da geoprópolis é formado por grãos de pólen, provenientes de contaminações no ar ou dos estoques de alimento nas colônias (BARTH; LUZ, 2003; RIBEIRO; LUZ; ALBUQUERQUE, 2019). Identificando nas análises 107 tipos polínicos, distribuídos em 40 famílias de plantas e 72 gêneros. Destes, 17 tipos foram considerados muito frequentes sendo eles: *Anacardium*, *Atalea speciosa*, *Borreria verticillata*, *Chamaecrista*, *Chamaesyce*, *Desmodium* sp., *Eucalyptus*, *Machaerium*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Mouriri*, *Myrcia/Psidium*, *Omphalea*, *Poaceae*, *Protium*, *Schrankia* sp., *Senna* sp. e *Symphonia globulifera*.

Esses estudos demonstram a importância dessas plantas citadas neste tópico como fonte de recursos para *Melipona subnitida* e sua manutenção e preservação.

4.6 Potencial para uso na polinização agrícola

Neste tópico foram incluídas 2 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

A polinização realizada por abelhas sem-ferrão é um dos recursos ecossistêmicos que garantem a manutenção de árvores e milhares de outras plantas tropicais com flores (ROUBIK, 2023). No caso de *M. subnitida*, uma das únicas espécies de abelhas altamente sociais presentes em um domínio fitogeográfico quente e seco (a Caatinga), a demanda pelos serviços de polinização na manutenção da biodiversidade tende a aumentar, visto a fragilidade em decorrência da crescente degradação ambiental (MAIA-SILVA et al., 2018).

Quando o intuito é o incremento polínico com viés agrícola, a jandaíra está inserida em um gênero de abelhas eussociais capazes de vibrar seus músculos torácicos na coleta de pólen (“*buzz pollination*”) durante a visitação floral. Isso garante maior eficácia na reprodução das plantas que necessitam dessa vibração, além de frutos mais adequados às exigências mercadológicas (SILVA; HRNCIR; FONSECA, 2010; OLIVEIRA et al., 2016). Outro ponto positivo para *M. subnitida*, é a fácil manipulação das suas colônias, o que torna seu manejo favorável, inclusive em ambientes agrícolas protegidos, como casas de vegetação (CRUZ et al., 2005b; BOMFIM et al., 2015).

Apesar de muitas culturas de importância agrícola não serem totalmente dependentes dos serviços realizados pelas abelhas, é inegável o relevante papel desses insetos na produção de frutos saudáveis. Um exemplo disso é o caso do pimentão (*Capsicum annuum* L), que embora seja considerado autógamo, foi beneficiado por *M. subnitida*, gerando frutos consideravelmente mais pesados, largos, com maior número de sementes, portanto, de maior qualidade e mais nutritivos (CRUZ et al., 2005b).

Melipona subnitida também é considerada um eficiente polinizador da goiaba (*Psidium guajava* L.). Embora não pouse diretamente no estigma, realiza caminhadas na flor com seu corpo coberto de pólen, permitindo a ocorrência da polinização que pode proporcionar aproximadamente 56% de eficácia na frutificação, com apenas uma visita (ALVES; FREITAS, 2006).

4.7 Manejo produtivo

Neste tópico foram incluídas 3 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Apesar de *M. subnitida* ser umas das abelhas mais relevantes para os meliponicultores do Nordeste brasileiro e possuir um bom potencial produtivo (a exemplo do mel), sua criação ainda é pouco tecnicizada e considerada pela maioria dos criadores um *hobby* ou fonte complementar de renda (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; FELIX; FREITAS, 2021b; MAIA; CARVALHO; FONSECA, 2015; RIBEIRO; LIMA, 2015). Em Fernando de Noronha, por exemplo, a criação racional de jandaíra gerou expectativas de que os enxames se multiplicariam rápido, produziriam grande quantidade de mel e as abelhas contribuiriam fortemente na polinização, no entanto, após aproximadamente 30 anos da sua introdução, o número de colônias criadas racionalmente diminuiu praticamente pela metade (de 30 para 16 colônias), e isso se deve principalmente ao fato de que as informações sobre o manejo e o acesso à assistência técnica são insuficientes (RIBEIRO; LIMA, 2015).

A produtividade em *M. subnitida* varia principalmente de acordo com as condições ambientais e o manejo em que as colônias são submetidas. No entanto, dentre os trabalhos incluídos para essa revisão, houve apenas um estudo, realizado em Mossoró, Rio Grande do Norte, que forneceu informações consistentes sobre a produção anual de mel pela espécie em contexto de meliponário: variou de 0 a 1,8 litros, com média 0,43 litros por colônia. Algumas não produziram, mas a média total foi de 23,1 litros/ano, com uma variação de 0 a 60,9 litros (KOFFLER et al., 2015). Outro registro forneceu a média anual de 2,5 litros de mel por colônia, com valor máximo de 5,6 litros, levando em consideração a produção de *M. subnitida* no Brasil (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

Segundo Koffler e colaboradores (2015), alternativas para incrementar significativamente a produção do mel em jandaíra constam em ofertar alimentação suplementar às colônias em períodos de escassez no campo, além de evitar multiplicá-las durante o período de colheita. Ao considerarem os fatores ambientais, observaram que o aumento da temperatura influenciou negativamente e o aumento da precipitação influenciou positivamente a produção do mel.

Outro produto importante advindo de *M. subnitida*, é a multiplicação dos enxames. Embora a maioria dos meliponicultores realizem métodos de divisão tradicionais, há necessidade de um processo que seja mais eficiente e que proporcione um maior número de colônias em tempo hábil. A jandaíra, assim como as demais espécies de *Melipona* produzem rainhas virgens durante todo o ano, e a partir dessa particularidade, propôs-se um método que aproveita esses indivíduos em excesso na produção de novas colônias (ELEUTÉRIO; ROCHA; FREITAS, 2022). O método de multiplicação por meio do aproveitamento de

rainhas virgens teve sucesso de aproximadamente 37%, produzindo uma colônia para três rainhas virgens que seriam descartadas naturalmente pelas operárias na colônia (ELEUTÉRIO; ROCHA; FREITAS, 2022).

4.8 Organismos relacionados, inimigos naturais e doenças

Neste tópico foram incluídas 3 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

As colônias de *M. subnitida* possuem vários organismos associados, que vão desde microrganismos como fungos, àqueles pertencentes à macrofauna, como cupins, baratas e aranhas (FERRAZ et al., 2008; SILVA et al., 2016). Em alguns dos casos representam perigo para a população, em outros, convivem numa relação de inquilinismo, sem causar alertas.

A microbiota fúngica associadas à *M. subnitida* parece diversa, visto os resultados obtidos por Ferraz et al. (2008), que ao observarem microscopicamente apenas um fragmento de uma colônia da espécie, encontraram *Aspergillus* sp. em maior proporção, a 37%, seguido por *Aspergillus niger* e *Penicilium* sp., ambos a 12,5%, e por fim, *Aspergillus terreus*, *Curvularia* sp., *Monilia* sp., *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., em menores proporções, a 6,3% cada. Nesse estudo não foram especificadas as naturezas dessas relações, mas os autores sugeriram atividade entomopatogênica por *Aspergillus* sp.

Silva et al. (2016) constaram a presença de um ou mais artrópodes inquilinos em 80% das colônias de jandaíras avaliadas e situadas em meliponário no Rio Grande do Norte. A maioria deles tratava-se de formigas (45%), a exemplo de *Crematogaste* sp., *Camponotus* sp., e *Pseudomyrmex* sp., e espécies de aranhas (37,5%). Em alguns desses casos, as formigas apresentaram associações negativas. Cupins (*Nasutitermes* sp.), coleópteras da família Cucujidae, traças (Thysanura), percevejos da família Reduviidae, indivíduos de Psocoptera, baratas (*Blattella germanica*) e indivíduos de *Plecoptera* da família Perlidae também estavam presentes, mas em menor porcentagem.

Uma relação parasitária foi descrita entre a abelha jandaíra e *Plega hagenella* (Mantispidae) por Maia-Silva et al. (2013). O estudo constatou uma invasão em massa dos insetos às colônias de *M. subnitida* nos municípios de Mossoró (Rio Grande do Norte) e Icapuí (Ceará) que forneceu subsídio consistente sobre o ciclo de vida de *P. hagenella*. Os adultos ovipositam em células de crias de *M. subnitida* e ao eclodirem em larvas, se

alimentam das larvas ou pupas das abelhas, causando enfraquecimento às colônias atingidas e representando um grande alerta para as populações (MAIA-SILVA et al., 2013).

Doenças em meliponíneos são descritas raramente, entretanto, devido à disseminação do ácaro *Varroa*, principalmente através de ferramentas compartilhadas entre a apicultura e meliponicultura, e do fornecimento dos alimentos produzidos por *Apis mellifera* na suplementação de meliponíneos, alguns tipos de vírus parecem ser transmitidos entre essas abelhas.

O vírus da asa deformada é um exemplo, e que parece estar bem disseminado entre as colônias de *M. subnitida* em sua região de origem. Souza et al. (2019b) testaram a presença do vírus em colônias de todas os estados da região Nordeste do Brasil, e todos apresentaram resultado positivo, porém em cargas virais mais baixas que normalmente são constatadas em abelhas *Apis mellifera* do hemisfério Norte.

4.9 Genética e diversidade

Neste tópico foram incluídas 10 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Melipona subnitida é uma espécie de meliponíneo com diversas ameaças a sua sobrevivência, em parte devido a perda de variabilidade genética, em decorrência de multiplicações irrestritas ou de isolamentos provocados pelo homem (SANTOS, 2010; LIMA et al., 2014). Nesse cenário, é essencial entender a estrutura genética da espécie para sua conservação.

Conhecer as características genéticas de uma espécie é importante para sua identificação e rastreamento de mutações. Tendo em vista isso, o tamanho médio do genoma de *M. subnitida* é de 0,27 pg (264,06 Mbp), com um número de cromossomos de $2n = 18$ e $n = 9$ para fêmeas e machos, respectivamente (TAVARES; CARVALHO; SOARES, 2010). O teor de heterocromatina é relativamente baixo, cerca de 17% (ROCHA et al., 2002; TAVARES; CARVALHO; SOARES, 2010).

Bomfim et al. (2014), através de dados moleculares de sequências de DNA, sugeriram a validade da divisão do gênero *Melipona* em pelo menos três subgêneros (*Melipona*, *Melikerria* e *Michmelia*), classificando *M. subnitida* dentro do subgênero *Melipona*, com base na classificação proposta por Moure (MOURE, 1992). Já o estudo de Souza e colaboradores (2015) descreve a caracterização e isolamento de 23 loci

microsatélites, essas informações são importantes pois contribuem para estudos de diversidade genética.

No trabalho de Bonatti et al. (2014) foram encontradas evidências de pelo menos duas linhagens evolutivas para a espécie, cuja diferenciação teria iniciado por volta do Pleistoceno (há cerca de 396 mil anos). Silva e colaboradores (2014b) analisaram duas populações de *M. subnitida*, separadas por uma distância superior a 1000 km, e encontraram evidências moleculares de que as mesmas possuem histórias evolutivas diferentes, corroborando os achados de Bonatti e colaboradores (2014). Essas linhagens evolutivas representam vantagens, e a heterogeneidade das populações devem ser conservadas, uma vez que podem representar resistências as pressões ambientais, entre outros fatores (BONATTI et al., 2014; SILVA et al., 2014b).

Souza e colaboradores (2018) avaliaram a variabilidade genética de populações do continente e a população introduzida na ilha de Fernando de Noronha na década de 80, eles observaram que as populações continentais possuem maior diversidade genética em comparação a insular. Essa diminuição na variabilidade genética estaria relacionada ao efeito ilha, onde a população estaria restrita geograficamente a uma área, diminuindo o fluxo gênico e contribuindo para endogamia entre as colônias. O estudo de Souza et al. (2019a), também avaliou a população da ilha de Fernando de Noronha e as continentais, seus achados corroboram com o de Souza et al. (2018), alertando para o fato de o isolamento poder conduzir a uma perda de diversidade, podendo levar a perda de toda população.

Jaffé et al. (2019) em seu trabalho sobre como as modificações do ambiente podem influenciar a diversidade genética, identificaram quatro agrupamentos genéticos da espécie ao longo da sua área de distribuição. Onde o isolamento pela resistência do ambiente foi que melhor explicou os padrões de relação genéticas na área de distribuição do que o isolamento pela distância geográfica. Eles verificaram que o fluxo gênico é aumentado pela maior estabilidade térmica, maior cobertura florestal, altitudes mais baixas e terrenos menos ondulados, implicando que áreas com flutuações térmicas, variações no relevo e fragmentações das matas são barreiras de dispersão. Detectaram também assinaturas genômicas de adaptação à temperatura, precipitação e cobertura florestal, distribuídas espacialmente em padrões latitudinais e altitudinais. Com base em seus resultados, os autores destacam que o transporte de colônias não é aconselhável para distâncias superiores a 300 km, como forma de preservar a diversidade genética de cada região e que restringir o transporte a longas distâncias é uma importante ação de conservação para a espécie.

4.10 Produtos

Neste tópico foram incluídas 22 publicações recuperadas: 15 (mel), 2 (pólen) e 5 (geoprópolis) (outros textos também podem ser utilizados nas discussão do tópico).

Os produtos de *Melipona subnitida* representam uma importante fonte de renda complementar para famílias sertanejas (JAFFÉ et al., 2015). Além da importância socioeconômica, esses produtos são utilizados para outros fins, como os de caráter medicinal e alimentar (ALVES et al., 2008; MELO et al., 2020; BEZERRA et al., 2023).

4.10.1 Mel

O mel de *Melipona subnitida* tem sido alvo de estudos relacionados as suas características medicinais nos últimos anos (ALVES et al., 2008; DUARTE et al., 2012; SILVA et al., 2013; SOUSA et al., 2016b; OLIVEIRA et al., 2017; MELO et al., 2020; BEZERRA et al., 2023), uma vez que a tradição popular utiliza o mel para fins terapêuticos de forma empírica. Através desses estudos foram verificadas atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antidepressivas, potencial de cicatrização e potencial prebiótico (ALVES et al., 2008; MELO et al., 2020; BEZERRA et al., 2023), além de elevado potencial antioxidante, relacionado ao seu conteúdo fenólico e de flavonoides (DUARTE et al., 2012, 2018; SILVA et al., 2013; SOUSA et al., 2016a; OLIVEIRA et al., 2017).

Outros estudos tiveram por objetivo a caracterização físico-química desse produto (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013; ALMEIDA-MURADIAN; STRAMM; ESTEVINHO, 2014; SOUSA et al., 2016a; DUARTE et al., 2018; BRAGA et al., 2020; SANT'ANA et al., 2020), possibilitando a formulação de uma legislação específica para o Brasil, já que a falta desta dificulta a avaliação da segurança alimentar e sua comercialização.

De acordo com os achados na literatura, o teor de umidade do mel de *M. subnitida* variou de 18 a 30%, com o pH variando de 2,90 a 5,50, HMF variando de 4,4 a 23,90 mg/kg, acidez de 22,00 a 51,94 meq/kg, o teor de cinzas de 0,01 a 0,52%, a atividade diastásica de 0,05 a 6,52 graus Göthe, condutividade elétrica de 0,10 a 0,64 mS/cm, a proteína total de 0,09 a 0,28% e açúcares redutores de 50,5 a 75%. Esses valores podem ser conferidos na tabela 3. Alguns desses parâmetros, como a umidade, fogem ao estabelecido pela legislação brasileira criada para o mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000), reforçando a necessidade de marcos legais específicos para a abelha em questão.

Dois estudos analisaram os compostos voláteis presentes no mel de jandaíra chegaram à conclusão que podem auxiliar na determinação da caracterização da identidade

floral do mel, uma vez que a fonte botânica tem forte influência nesses compostos (COSTA et al., 2018a, 2018b).

Tabela 2 - Caracterização físico-química do mel de *Melipona subnitida* com base na literatura consultada.

Estudo	Umidade (%)	HMF (mg/kg)	pH	Acidez (meq/kg)	Cinzas (%)	Atividade diastásica (G)	Condutividade elétrica (mS/cm)	Proteína total (%)	Açúcares redutores (%)
(ALVES et al., 2008)	18,06	23,90	3,85	41,66	0,01	-	-	-	-
(DUARTE et al., 2012)	30,50 ± 2,12	4,40 ± 6,22	3,56 ± 0,26	51,94 ± 11,39	-	6,52 ± 2,6	0,57 ± 0,03	-	73,96 ± 0,62
(SILVA et al., 2013)	22,20 ± 0,0 - 24,40 ± 0,0	10,8 ± 0,1 - 15,76 ± 0,1	2,90 ± 0,0 - 3,83 ± 0,1	24,66 ± 0,16 - 59,66 ± 0,16	0,03 ± 0,0 - 0,2 ± 0,2	-	-	0,09 a 0,26	50,5 ± 0,28 - 70,77 ± 0,14
(ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013)	24,80 ± 1,01	7,56 ± 0,26	-	32,49 ± 1,13	0,02 ± 0,00	-	0,103 ± 0,01	0,28 ± 0,00	-
(ALMEIDA-MURADIAN; STRAMM; ESTEVINHO, 2014)	24,93 ± 0,95	8,60 ± 0,98	3,90 ± 0,19	24,87 ± 2,10	0,04 ± 0,01	-	0,133 ± 0,03	-	-
(SOUSA et al., 2016a)	23,9 ± 0,4 - 28,9 ± 0,2	-	3,1 ± 0,2 - 5,3 ± 0,4	-	0,04 ± 0,0 - 0,52 ± 0,0	-	0,300 ± 0,00 - 0,636 ± 0,00	0,2 ± 0,1 - 0,5 ± 0,1	-
(OLIVEIRA et al., 2017)	-	-	-	-	-	-	-	-	64,20 ± 0,2
(DUARTE et al., 2018)	27 ± 3	51 ± 6	4,6 ± 0,5	22 ± 11	-	3 ± 2	0,6 ± 0,6	-	75 ± 3
(MELO et al., 2020)	24,1 ± 0,2 - 27,8 ± 0,3	-	3,6 ± 0,1 - 5,5 ± 0,2	-	-	-	-	-	-
(BRAGA et al., 2020)	>20%	-	3,32 ± 0,36	-	0,39 ± 0,25	-	-	-	-
(SANT'ANA et al., 2020)	27	4,4	3,6	28	-	0,05	-	-	72

HMF = hidroximetilfufural.

Fonte: Elaboração Própria por meio dos dados de pesquisa (2023).

4.10.2 Pólen

O pólen de *Melipona subnitida* ainda é pouco explorado no que tange as suas propriedades alimentares. Nesse contexto, Silva e colaboradores (2006) verificaram o perfil de flavonoides no pólen de *Melipona subnitida* e observaram a presença de selagina, naringenina, tricetina, isorhamnetin, 8-metoxiherbacetina, D-manitol, b-sitosterol e outros constituintes, implicando em um potencial antioxidante.

O trabalho de Oliveira et al. (2019) analisou a presença de 14 aminoácidos (asparagina, ácido glutâmico, serina, glicina, histidina, arginina, treonina, alanina, prolina, tirosina, valina, metionina, cisteína e leucina) em amostras de pólen de *M. subnitida*, verificando que apenas cisteína não estava presente no pólen. O mesmo estudo também verificou elevado potencial antioxidante de todas as amostras de pólen analisadas, corroborando com os achados de Silva et al. (2006).

Como visto, o pólen de *Melipona subnitida*, além de rico em aminoácidos e flavonoides, é também rico em compostos fenólicos, com potencial antioxidante, sendo um alimento promissor no uso terapêutico e na suplementação alimentar. No entanto faltam pesquisas aprofundadas nas características desse produto, para elaboração de uma legislação específica, uma vez que não há no Brasil uma para este produto da espécie.

4.10.3 Geoprópolis

A geoprópolis é uma substância resinosa utilizada pelas abelhas sem ferrão para proteger seus ninhos contra bactérias, fungos e outros patógenos, mantendo um ambiente saudável para a colônia (NOGUEIRA-NETO, 1997). Além de seu papel na proteção dos ninhos, a geoprópolis de *Melipona subnitida* também possui potencial terapêutico para os seres humanos.

Estudos científicos têm demonstrado suas propriedades medicinais, como atividade anti-inflamatória, cicatrizante, antifúngica, antimicrobiana e antioxidante (SOUZA-JÚNIOR et al., 2019; SOUSA-FONTOURA et al., 2020; FERREIRA et al., 2022). Sua atividade antioxidante está relacionada com o alto perfil fenólico presente na substância, com grande potencial para eliminação de radicais livres (SOUZA et al., 2018b; SOUSA-FONTOURA et al., 2020; FERREIRA et al., 2022).

Um estudo verificou também que extratos à base de geoprópolis de *M. subnitida* possuem em sua composição bioativos com potencial efeito fitotóxico em algumas plantas daninhas (PEREIRA et al., 2017). No entanto, apesar dos resultados promissores é importante

ressaltar que a coleta de geoprópolis deve ser realizada de forma sustentável, respeitando a preservação das colônias de abelhas sem ferrão.

4.11 Estratégias de sobrevivência

Neste tópico foram incluídas 6 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

Melipona subnitida é uma das espécies adaptadas as condições extremas da Caatinga, um dos biomas mais singulares e fascinantes do Brasil (MAIA-SILVA et al., 2015, 2020). Localizada principalmente na região Nordeste do país, caracteriza-se por sua vegetação adaptada às condições áridas e semiáridas, composta por uma combinação de arbustos espinhosos, árvores retorcidas e plantas resistentes à seca, em decorrência da baixa pluviosidade (PAREYN et al., 2013).

Para sobreviver às condições deste bioma, a jandaíra possui estratégias para superar o ambiente e o clima imprevisível (MAIA-SILVA et al., 2015, 2020). Devido aos períodos prolongados de seca essa abelha coleta e estoca altas quantidades de recursos na estação chuvosa e dão preferência às fontes de alimento mais lucrativas, como árvores de florescimento massal (MAIA-SILVA et al., 2014, 2015, 2020).

Essa espécie também consegue ajustar a quantidade necessária de alimento para realizar uma viagem em busca de recursos (HARANO; MAIA-SILVA; HRNCIR, 2020a), enquanto coletores de néctar saem com um estoque de néctar baixo, devido ao fato de se reabastecerem em campo, as coletoras de pólen são altamente especializadas, necessitando estarem bem abastecidas para realizar a função, já que quase não coletam néctar (HARANO; MAIA-SILVA; HRNCIR, 2020a). Outra vantagem, é a memória temporal que essas abelhas possuem, possibilitando que as forrageadoras programem sua atividade de voo aos picos de floração, o que proporciona uma exploração dos recursos de forma mais rápida e eficiente, consequentemente, economizando energia (SILVA et al., 2021).

Outro ajuste importante realizado é a taxa de produção de crias, em decorrência da disponibilidade de pólen, podendo aumentar ou diminuir a depender da disponibilidade do recurso (MAIA-SILVA et al., 2016).

Uma possível estratégia de defesa foi estudada por Harano et al. (2020b), onde verificaram por qual motivo operárias de *Melipona subnitida* realizam voos com cargas de resina. Em suas observações, perceberam que essas abelhas realizam voos de vigilância na

proximidade da colônia e podem utilizar essa carga como forma de afugentar possíveis predadores. No entanto, ainda são necessários estudos adicionais com relação a isso.

Diante disso, seja um comportamento de defesa ou adaptação às condições imprevisíveis, essas estratégias de sobrevivências são fundamentais para a perpetuação da espécie.

4.12 Ameaças

Neste tópico foram incluídas 2 publicações recuperadas (outros textos também podem ser utilizados na discussão do tópico).

São diversos os fatores de risco para a perpetuação e desenvolvimento sustentável da espécie *Melipona subnitida* (GIANNINI et al., 2017; LIMA; MARCHIORO, 2021). Sua relação harmônica com o meio ambiente pode ser afetada, dentre outros fatores, pelas mudanças no clima, pelas altas taxas de desmatamento, de queimadas, de ações de meleiros e de serrarias (SANTOS, 2010). Por possuir um abdômen grande e pesado, rainhas fisiogástricas de meliponíneos não possuem a capacidade de alçar voo e instituir sua colônia em outras áreas (VASCONCELOS, 2009), resultando no declínio do desenvolvimento das espécies em áreas onde essas intervenções estão presentes. Outro fator de risco é a divisão irrestrita de colônias que, por sua vez, interferem na variabilidade genética das abelhas nativas (SANTOS, 2010).

No contexto das alterações climáticas, pesquisas recentes apresentam resultados preocupantes para uma possível mudança em áreas de *habitat* natural, onde a espécie pode encontrar cada vez menos zonas adequadas para suas atividades de forrageamento. Essas mudanças podem resultar em um desarranjo natural, o que pode ameaçar a dispersão da espécie e o fluxo gênico (GIANNINI et al., 2017). Diante disso, vem sendo tentado a implantação de áreas de proteção que preservem os *habitats* naturais desses insetos. Porém, foi observado no estudo de Lima & Marchioro (LIMA; MARCHIORO, 2021) que no Brasil tem-se uma inversão das áreas de ocorrência da espécie, onde zonas de vegetação nativa apresentam um número de colônias cada vez menor do que em áreas de intervenção agrícola, resultando em um sério risco à preservação dessas abelhas.

4.13 Lacunas no conhecimento e perspectivas

Diante do que foi observado na literatura, verifica-se que a maior parte dos

estudos voltados para *Melipona subnitida* se referem a temática do mel (21%), seguido por genética e diversidade (14%). Em contrapartida, aqueles relacionados ao potencial da espécie para uso na polinização agrícola, nidificação, avaliação do pólen e ameaças à espécie são escassos, em apenas 3% dos trabalhos, cada tema. Os valores podem ser verificados no gráfico 1.

Alguns assuntos precisaram ficar agrupados em um mesmo tópico, e isso pode não refletir a real necessidade de mais pesquisas em áreas específicas, a exemplo disso, somente um artigo científico foi encontrado relacionado ao manejo reprodutivo da espécie e somente um sobre doenças. O último ainda é um assunto pouquíssimo explorado dentro do estudo de abelhas sem-ferrão, pois essas abelhas são consideradas resistentes aos patógenos que ameaçam outras espécies manejadas racionalmente. Em contrapartida, a meliponicultura ainda é uma atividade pouco tecnificada no Brasil, e a maioria dos criadores não realizam registros zootécnicos de suas colméias, dificultando o acompanhamento e a investigação das causas das perdas ao longo do ano. Assim, abre-se um leque de possibilidades, incluindo a possível presença de patógenos que ainda não foram investigados. Outro ponto, é que dentro de um mesmo tema, alguns estudos foram direcionados em objetivos comuns ou ainda muito próximos, como é o caso do tópico “Produção de indivíduos” onde o foco investigativo de três artigos foi a produção de machos da espécie, havendo, portanto, uma clara lacuna no conhecimento mais aprofundado dos fatores relacionados a uma maior ou menor produção de fêmeas (operárias e rainhas) e sua relação com fatores climáticos e abundância e qualidade de alimento.

Alguns tópicos ainda não apresentam estudos específicos a respeito dessa abelha e são temas potenciais para estudos futuros, como por exemplo os relacionados abaixo:

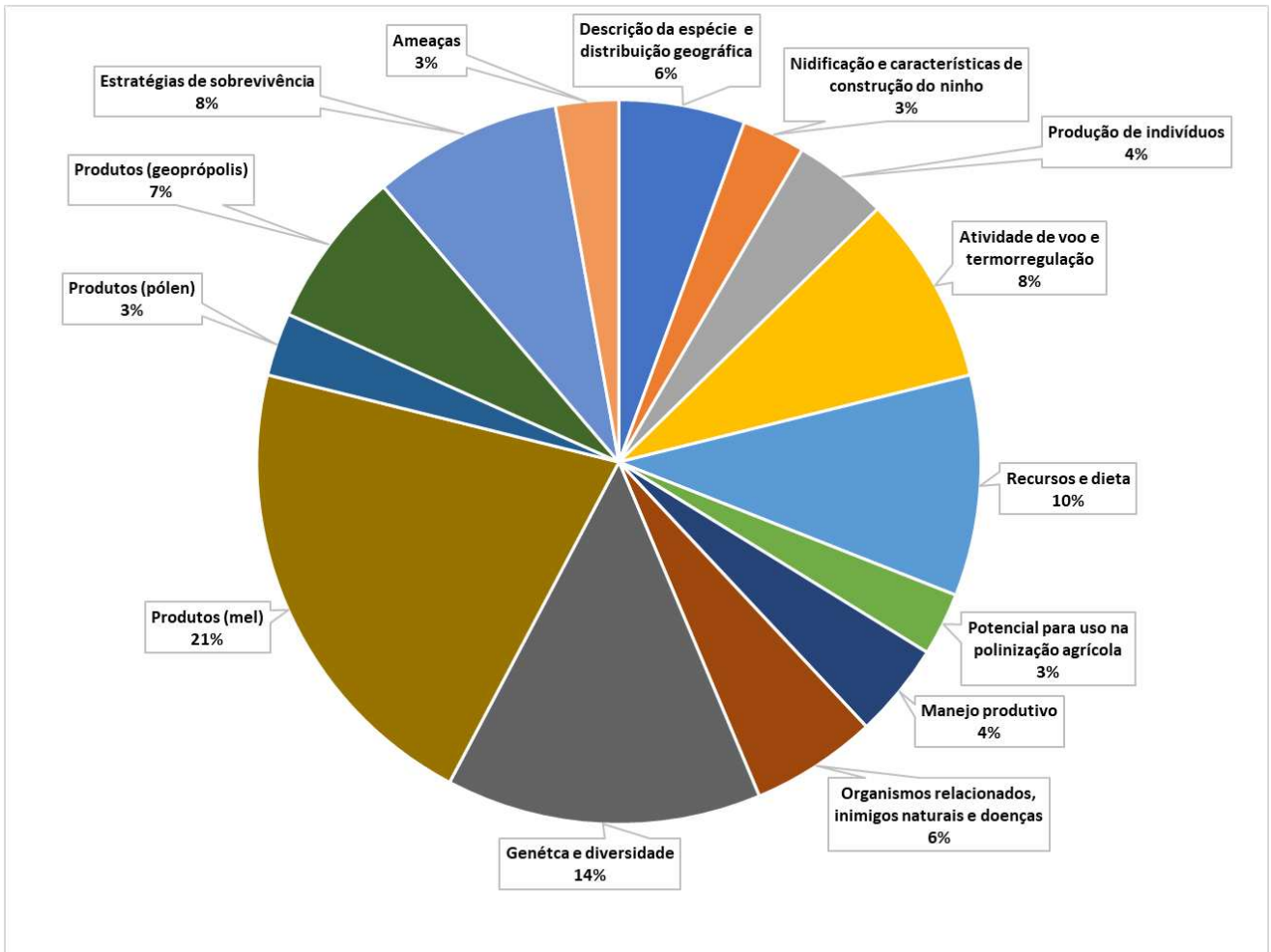
- Comportamento de cortejo e acasalamento: investigar as exibições comportamentais, sinais químicos e visuais envolvidos no processo de seleção de parceiros e reprodução;
- Impacto da utilização de agrotóxicos: como o uso de defensivos agrícolas pode afetar a saúde e comportamento da espécie.
- Efeitos dos ruídos antropogênicos: como esse tipo de ruído pode impactar as comunicações acústicas da espécie, seus comportamentos e interações sociais;
- Influência da radiação eletromagnética: estudar os possíveis efeitos da

radiação proveniente de eletrônicos e torres de comunicação;

- Microbiota intestinal: investigar a composição e função da microbiota intestinal e explorar como a interação com esses organismos pode influenciar a saúde, a nutrição e a resistência a patógenos das colônias;
- Variação de cor e outros padrões morfológicos das abelhas: explorar essas variações e investigar se estão relacionadas a diferenças genéticas, fatores ambientais ou alguma função adaptativa;
- Comportamento de "higiene social": que envolve a remoção de larvas mortas, pupas infectadas ou abelhas doentes dentro da colmeia, e investigar sua importância na manutenção da saúde e higiene da colônia;
- Criação e manejo em áreas urbanas: investigar como as abelhas se adaptam a esse ambiente, aos possíveis fatores estressantes e o efeito dos possíveis contaminantes presentes nessas áreas.

A identificação dessas lacunas no conhecimento sobre *Melipona subnitida* é de extrema relevância para pesquisas futuras e para o avanço do entendimento da espécie.

Gráfico 1 - Quantificação das publicações encontrados na literatura para o Estado da Arte da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) com base nas principais informações do trabalho.



Fonte: Autor (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diversidades dentro do grupo de meliponíneos abrem inúmeras possibilidades de investigação e essa necessidade se evidencia através da importância que *Melipona subnitida* tem para o Nordeste brasileiro.

Através da identificação do conhecimento científico atual, com destaque para os temas mais estudados e a existência de lacunas, o qual esse trabalho se propôs, é possível sugerir aos pesquisadores temas para os próximos passos na abordagem científica, voltados para preservação adequada da abelha jandaíra. Dentre os diferentes tópicos abordados, constataram-se duas áreas que concentram grande parte das pesquisas: caracterização do mel e genética/diversidade; entretanto, outras temáticas ainda são pouco exploradas.

Dessa forma, pesquisas que avaliem o potencial da abelha jandaíra para o uso na polinização agrícola, ou a qualidade de produtos ainda pouco explorados como o pólen, ou sua biologia reprodutiva, além de ameaças latentes ao futuro da espécie, são exemplos de investigações pertinentes. Estudos como esses serão contribuintes na caracterização da espécie e na investigação de como *M. subnitida* se adaptou ao bioma Caatinga, contribuindo, portanto, no desenvolvimento de ações efetivas à conservação da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. DE et al. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 8, p. 1698–1706, ago. 2013.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. DE; STRAMM, K. M.; ESTEVINHO, L. M. Efficiency of the FT-IR ATR spectrometry for the prediction of the physicochemical characteristics of *Melipona subnitida* honey and study of the temperature's effect on those properties. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 1, p. 188–195, jan. 2014.
- ALVES, D. F. S. et al. Efeitos da aplicação tópica do mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas de ratos. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 35, n. 3, p. 188–193, jun. 2008.
- ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciências Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 216–220, 2006.
- ASCHER, J. S.; PICKERING, J. **Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)**. Disponível em: <https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. DA. Palynological analysis of Brazilian geopropolis sediments. **Grana**, v. 42, n. 2, p. 121–127, 6 jun. 2003.
- BEZERRA, M. L. R. et al. Malícia honey (*Mimosa quadrivalvis* L.) produced by the jandaíra bee (*Melipona subnitida* D.) improves depressive-like behaviour, somatic, biochemical and inflammatory parameters of obese rats. **Food Research International**, v. 164, p. 112391, fev. 2023.
- BOMFIM, I. G. A. et al. Contribuição à filogenia de abelhas *Melipona* com uso de sequências parciais da região ITS1 do nrDNA. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 12, n. 4, p. 249, 15 out. 2014.
- BOMFIM, I. G. A. et al. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology**, v. 61, n. 4, 16 jan. 2015.
- BONATTI, V. et al. Evidence of at least two evolutionary lineages in *Melipona subnitida* (Apidae, Meliponini) suggested by mtDNA variability and geometric morphometrics of forewings. **Naturwissenschaften**, v. 101, n. 1, p. 17–24, 3 jan. 2014.
- BRAGA, D. C. et al. Analytical study of the physicochemical characteristics from *Melipona subnitida* D. honey in adequation to Brazilian law. **Food Science and Technology**, v. 40, n. suppl 1, p. 217–221, jun. 2020.
- BRASIL. **Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000. Que dispõe sobre Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Brasil. Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/copy_of_suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/IN11de2000.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023

BRUENING, H. **Abelha Jandaíra**. 2. ed. Mossoró: Coleção Mossoroense, 2011. v. 1

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M.; MELO, G. A. R. **Melipona (Melipona) subnitida Ducke, 1910**. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

CASTRO, J. S. DE et al. Resposta Adaptativa de *Melipona subnitida* Ducke e a Termorregulação Colonial em Diferentes Condições Térmicas no Contexto das Mudanças Climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 379–387, set. 2019.

CONTEL, E. P. B.; KERR, W. E. Origin of males in *Melipona subnitida* estimated from data of an isozymic polymorphic system. **Genetica**, v. 46, n. 3, p. 271–277, 1976.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275–292, 22 mar. 2006.

COSTA, A. C. V. DA et al. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region. **Food Research International**, v. 105, p. 110–120, mar. 2018a.

COSTA, A. C. V. DA et al. Volatile profile of monofloral honeys produced in Brazilian semiarid region by stingless bees and key volatile compounds. **LWT**, v. 94, p. 198–207, ago. 2018b.

CRUZ, D. DE O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1197–1201, dez. 2005a.

CRUZ, D. DE O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1197–1201, dez. 2005b.

DINIZ, M. R. et al. Pollen Spectrum of Honey from the Bee *Melipona subnitida* Ducke (1910) in Restinga in Maranhão State. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 2, 2021.

DUARTE, A. W. F. et al. Composition and antioxidant activity of honey from Africanized and stingless bees in Alagoas (Brazil): a multivariate analysis. **Journal of Apicultural Research**, v. 51, n. 1, p. 23–35, 2 jan. 2012.

DUARTE, A. W. F. et al. Honey and bee pollen produced by Meliponini (Apidae) in Alagoas, Brazil: multivariate analysis of physicochemical and antioxidant profiles. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 3, p. 493–503, 11 jun. 2018.

DUCKE, A. Contribution a la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil. **Revue d'entomologie**, v. 28, n. 3, p. 78–122, 1910.

ELEUTÉRIO, P.; ROCHA, E. E. M.; FREITAS, B. M. Production of new colonies of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) by reclamation of excess virgin queens. **Journal of Apicultural Research**, v. 61, n. 5, p. 695–705, 20 out. 2022.

FELIX, J. A. **Perfil zootécnico da meliponicultura no Estado do Ceará, Brasil**. Dissertação de Mestrado—Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2015.

FELIX, J. A.; FREITAS, B. M. Richness and distribution of the meliponine fauna (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in the State of Ceará, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 3, 2021a.

FELIX, J. A.; FREITAS, B. M. Richness and distribution of the meliponine fauna (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in the State of Ceará, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 3, 2021b.

FERRAZ, R. E. et al. Microbiota fúngica de *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 345–346, jun. 2008.

FERREIRA, J. et al. Chemical profile and antioxidant activity of geopropolis from *Melipona subnitida* collected inside and outside the nest. **Química Nova**, 2022.

FREITAS, B. M. et al. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n. 3, p. 332–346, 13 maio 2009.

FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A. Meliponíneos e polinização: a abelha jandaíra e outros meliponíneos na polinização agrícola no semiárido. Em: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. (Org.). **A abelha jandaíra: no passado, presente e no futuro**. 1. ed. Mossoró: EdUFERSA, 2017. v. 1p. 213–220.

GIANNINI, T. C. et al. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. **Apidologie**, v. 48, n. 6, p. 784–794, 21 dez. 2017.

GOSTINSKI, L. F. et al. Species richness and activity pattern of bees (Hymenoptera, Apidae) in the restinga area of Lençóis Maranhenses National Park, Barreirinhas, Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 319–327, out. 2016.

GRÜTER, C. **Stingless Bees**. Cham: Springer International Publishing, 2020.

HARANO, K.; MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M. Adjustment of fuel loads in stingless bees (*Melipona subnitida*). **Journal of Comparative Physiology A**, v. 206, n. 1, p. 85–94, 18 jan. 2020a.

HARANO, K.; MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M. Why do stingless bees (*Melipona subnitida*) leave their nest with resin loads? **Insectes Sociaux**, v. 67, n. 1, p. 195–200, 14 fev. 2020b.

HRNCIR, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A abelha jandaíra. Em: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. (Org.). **A abelha jandaíra: no passado, no presente e no futuro**. 1. ed. Mossoró: EdUFERSA, 2017. v. 1p. 16–26.

JAFFÉ, R. et al. Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. e0121157, 31 mar. 2015.

JAFFÉ, R. et al. Landscape genomics to the rescue of a tropical bee threatened by habitat loss and climate change. **Evolutionary Applications**, v. 12, n. 6, p. 1164–1177, 10 jul. 2019.

KERR, W. E.; CABEDA, M. Introdução de abelhas no território federal de Fernando de Noronha. **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 3, p. 467–471, 1985.

- KOEDAM, D. et al. How queen and workers share in male production in the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**, v. 52, n. 2, p. 114–121, maio 2005.
- KOEDAM, D.; CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Clustered male production by workers in the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponinae). **Insectes Sociaux**, v. 46, n. 4, p. 387–391, 1 nov. 1999.
- KOFFLER, S. et al. Temporal Variation in Honey Production by the Stingless Bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): Long-Term Management Reveals its Potential as a Commercial Species in Northeastern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 858–867, jun. 2015.
- LIMA, C. B. et al. Population Structure of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) at the Southern Limit of its Distribution Based on Geometric Morphometrics of Forewings. **Sociobiology**, v. 61, n. 4, 29 dez. 2014.
- LIMA, V. P.; MARCHIORO, C. A. Brazilian stingless bees are threatened by habitat conversion and climate change. **Regional Environmental Change**, v. 21, n. 1, p. 14, 26 mar. 2021.
- MACEDO, C. R. DA C. et al. Nesting behavior of stingless bees. **Ciência Animal Brasileira**, v. 21, 2020.
- MAIA, U. M.; CARVALHO, A. T.; FONSECA, V. L. I. Meliponiculture in Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 37, n. 4, p. 327–333, 2015.
- MAIA-SILVA, C. et al. Out with the garbage: the parasitic strategy of the mantisfly *Plega hagenella* mass-infesting colonies of the eusocial bee *Melipona subnitida* in northeastern Brazil. **Naturwissenschaften**, v. 100, n. 1, p. 101–105, 21 jan. 2013.
- MAIA-SILVA, C. et al. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, 29 dez. 2014.
- MAIA-SILVA, C. et al. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v. 46, n. 5, p. 631–643, 27 set. 2015.
- MAIA-SILVA, C. et al. Stingless bees (*Melipona subnitida*) adjust brood production rather than foraging activity in response to changes in pollen stores. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 202, n. 9–10, p. 723–732, 1 out. 2016.
- MAIA-SILVA, C. et al. The Contribution of Palynological Surveys to Stingless Bee Conservation: A Case Study with *Melipona subnitida*. Em: **Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 89–101.
- MAIA-SILVA, C. et al. Stingless Bees (*Melipona subnitida*) Overcome Severe Drought Events in the Brazilian Tropical Dry Forest by Opting for High-Profit Food Sources. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p. 595–603, 26 ago. 2020.

- MAIA-SILVA, C. et al. Don't stay out too long! Thermal tolerance of the stingless bees *Melipona subnitida* decreases with increasing exposure time to elevated temperatures. **Apidologie**, v. 52, n. 1, p. 218–229, 6 fev. 2021.
- MARTINS, C. F. et al. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1–8, 2004.
- MELO, F. H. C. DE et al. Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of Brazilian Northeastern toward *Lactobacillus acidophilus* LA-05 and *Bifidobacterium lactis* BB-12. **Food Research International**, v. 128, p. 108809, fev. 2020.
- MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees**. 1. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1974. v. 1
- MICHENER, C. D. The Meliponini. Em: **Pot-Honey**. New York, NY: Springer New York, 2013. p. 3–17.
- MOHER, D. et al. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335–342, jun. 2015.
- MOURE, J. S. *Melikerria* e *Eomelipona*, dois subgêneros novos em *Melipona* Illiger, 1806 (Hymenoptera, Apidae). **Naturalia (São José do Rio Preto)**, p. 32–38, 1992.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- OLIVEIRA, F. L. DE et al. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 598–603, set. 2012.
- OLIVEIRA, R. G. DE et al. Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, v. 37, n. 4, p. 552–557, 23 fev. 2017.
- OLIVEIRA, R. G. DE et al. Phenolic compound, nutritional and antioxidant profile of pollen collected by the genus *Melipona* in North Eastern Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.
- OLIVEIRA, F. DOS S. et al. Flowering phenology of *Mouriri guianensis* (Melastomataceae) and its interaction with the crepuscular bee *Megalopta amoena* (Halictidae) in the restinga of Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 3, p. 281–290, set. 2016.
- OLIVEIRA, M. L.; MORATO, E. F.; GARCIA, M. V. B. Diversidade de espécies e densidade de ninhos de abelhas sociais sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) em floresta de terra firme na Amazônia central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 13–24, 1995.
- PAREYN, F. et al. **Cuidando da Caatinga**. 1. ed. Recife: Associação Plantas do Nordeste & Royal Botanic Gardens, 2013. v. 1

- PEREIRA, D. S. et al. Phytotoxic potential of the geopropolis extracts of the Jandaira stingless bee (*Melipona subnitida*) in weeds. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 876–884, dez. 2017.
- PINTO, R. S.; CORRÊA RÊGO, M. M.; DE ALBUQUERQUE, P. M. C. Honey pollen spectra of two species of stingless bee (Apidae: Meliponini) in Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. **Grana**, v. 60, n. 3, p. 217–230, 4 maio 2021.
- PINTO, R. S.; SILVA, A. G.; DE ALBUQUERQUE, P. M. C. Floral visiting bees of *Humiria balsamifera* var. *floribunda* (Humiriaceae) and its pollen transport network, in a restinga environment. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 57, n. 3, p. 206–217, 2 set. 2022.
- RÊGO, M.; ALBUQUERQUE, P. Redescoberta de *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) nas Restingas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 3, p. 416–417, jun. 2006.
- RIBEIRO, M. DE F.; LIMA, C. B. DA S. Avaliação da criação de abelhas-sem-ferrão em Fernando de Noronha após 30 anos de sua introdução. **Magistra, Cruz das Almas**, v. 27, n. 3, p. 484–492, 2015.
- RIBEIRO, M. H. M.; LUZ, C. F. P. DA; ALBUQUERQUE, P. M. C. DE. Palynology as a tool for distinguishing geopropolis samples from stingless bee species in the Maranhense Amazon, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 1, p. 16–36, 1 jan. 2019.
- ROCHA, M. P. et al. DNA characterization and karyotypic evolution in the bee genus *Melipona* (Hymenoptera, Meliponini). **Hereditas**, v. 136, n. 1, p. 19–27, abr. 2002.
- ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 124–143, 22 mar. 2006.
- ROUBIK, D. W. Stingless Bee (Apidae: Apinae: Meliponini) Ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 68, n. 1, p. 231–256, 23 jan. 2023.
- SANT’ANA, R. S. et al. Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. **Food Chemistry**, v. 327, p. 127041, out. 2020.
- SANTOS, A. B. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. **Natureza On-line**, v. 8, n. 3, p. 103–106, 2010.
- SANTOS, F. M. DOS; CARVALHO, C. A. L. DE; SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 319–328, 2004.
- SANTOS, P. C. DOS et al. Pollen spectrum of honey of *Apis mellifera* L. and stingless bees (Hymenoptera: Apidae) from the semi-arid region of Bahia State, Brazil. **Grana**, v. 59, n. 5, p. 377–388, 2 set. 2020.
- SILVA, A. G. et al. Foraging distance of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, 29 dez. 2014a.

- SILVA, A. G. et al. Temporal Memory in Foraging of the Stingless Bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 68, n. 2, p. 5863, 31 maio 2021.
- SILVA, A. M. A. et al. Levantamento de artrópodes associados à colmeias de jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) (Apidae:Meliponinae) em Mossoró-RN, Brasil. **ACTA Apícola Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 07–12, 31 dez. 2016.
- SILVA, M. A. DA et al. On the thermal limits for the use of stingless bees as pollinators in commercial greenhouses. **Journal of Apicultural Research**, v. 56, n. 1, p. 81–90, 25 jan. 2017.
- SILVA, G. R. et al. New molecular evidence for fragmentation between two distant populations of the threatened stingless bee *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 38, p. 1–9, 12 jun. 2014b.
- SILVA, P. N.; HRNCIR, M.; FONSECA, V. L. I. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 01, p. 140–151, mar. 2010.
- SILVA, T. M. S. et al. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6–7, p. 507–511, set. 2006.
- SILVA, T. M. S. et al. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 1, p. 10–18, fev. 2013.
- SOUSA, J. M. B. DE et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 645–651, jan. 2016a.
- SOUSA, J. M. et al. Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by Meliponini in the Brazilian semiarid region. **Food Research International**, v. 84, p. 61–68, jun. 2016b.
- SOUSA-FONTOURA, D. M. N. DE et al. Wound healing activity and chemical composition of geopropolis from *Melipona subnitida*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 30, n. 3, p. 367–373, 2 jun. 2020.
- SOUZA, F. S. DE et al. Genetic Variability of *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae) in Introduced and Native Populations. **Journal of Insect Science**, v. 18, n. 5, 1 set. 2018a.
- SOUZA, F. S. DE et al. Population variation and island effect in *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 1, p. 67–74, 1 jan. 2019a.
- SOUZA, F. S. DE et al. Occurrence of deformed wing virus variants in the stingless bee *Melipona subnitida* and honey bee *Apis mellifera* populations in Brazil. **Journal of General Virology**, v. 100, n. 2, p. 289–294, 1 fev. 2019b.
- SOUZA, S. A. DE et al. Characterisation of phenolic compounds by UPLC-QTOF-MS/MS of geopropolis from the stingless bee *Melipona subnitida* (jandaíra). **Phytochemical Analysis**, v. 29, n. 6, p. 549–558, nov. 2018b.

SOUZA, I. G. B. et al. Isolation and characterization of 23 microsatellite loci in the stingless bee *Melipona subnitida* using next-generation sequencing. **Conservation Genetics Resources**, v. 7, n. 1, p. 239–241, 4 mar. 2015.

SOUZA-JUNIOR, J. B. F. et al. Increasing thermal stress with flight distance in stingless bees (*Melipona subnitida*) in the Brazilian tropical dry forest: Implications for constraint on foraging range. **Journal of Insect Physiology**, v. 123, p. 104056, maio 2020.

SOUZA-JÚNIOR, U. P. et al. Geopropolis gel for the adjuvant treatment of candidiasis – formulation and in vitro release assay. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 278–286, maio 2019.

TAVARES, M. G.; CARVALHO, C. R.; SOARES, F. A. F. Genome size variation in *Melipona* species (Hymenoptera: Apidae) and sub-grouping by their DNA content. **Apidologie**, v. 41, n. 6, p. 636–642, 2 jun. 2010.

VASCONCELOS, A. T. C. DE. **Efeito da alimentação artificial no desenvolvimento de *Melipona compressipes fasciculata* (Hymenoptera, Apidae) na Baixada Ocidental Maranhense**. Dissertação—São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 2009.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico mel de abelhas sem ferrão**. 1. ed. Brasília - DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012.