

Abelhas Visitantes em Flores de Três Espécies do Gênero *Byrsonima* em Área de Caatinga

Floral Visiting Bees in Species by *Byrsonima* Rich. Ex Kunth. in Caatinga

José Monteiro do Nascimento Júnior^a; Dráuzio Correia Gama^{*b}; Luciene Cristina Lima e Lima^c; Favízia Freitas de Oliveira^d; Eltamara Souza da Conceição^c; Vanderlei da Silva Oliveira^a

^aUniversidade do Estado da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal. BA, Brasil.

^bUniversidade Federal do Recôncavo da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. BA, Brasil.

^cUniversidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra II. BA, Brasil.

^dUniversidade Federal da Bahia, Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos. BA, Brasil.

*E-mail: drauziogama@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento de abelhas visitantes em flores de três espécies de plantas do gênero *Byrsonima* Rich. ex Kunth em área de Caatinga, Bahia, Brasil. O estudo foi conduzido no município de Euclides da Cunha, no qual plantas das espécies *Byrsonima coccolobifolia* Kunth *Byrsonima gardneriana* A. Juss. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC foram monitoradas por cinco dias, entre os horários de 5h às 17h, em fevereiro de 2018, com registro das espécies de abelhas visitantes, seus comportamentos, horários de ocorrência nas flores, recursos florais forrageados e suas frequências nas flores estudadas. A fauna local das abelhas visitantes foi composta por 4.170 espécimes, distribuídas em 10 espécies e cinco gêneros. Houve predomínio das abelhas da tribo Centridini, com 74,1% das espécies coletadas representadas pelo gênero *Centris*, com destaque para a espécie *Centris aenea* Lepeletier, 1841 coletada com maior abundância e frequência em todas as espécies estudadas, e em todos os horários do monitoramento, sendo *B. coccolobifolia* a espécie vegetal com maior diversidade de abelhas visitantes. As interações planta-polinizador em região da Caatinga merecem maior atenção, especialmente, as relacionadas com as abelhas solitárias, em face do desenvolvimento humano e à conservação ambiental neste ecossistema, pouco estudado e bastante vulnerável às mudanças ambientais.

Palavras-chave: Flora Nativa. Centridini. Polinização. Óleo Floral. Conservação Ambiental.

Abstract

The present work aimed to carry out a survey of visiting bees in flowers of three species of plants of the genus *Byrsonima* Rich. ex Kunth in the Caatinga area, Bahia, Brazil. The study was conducted in the municipality of Euclides da Cunha and plants of the species *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima gardneriana* A. Juss. and *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC were monitored for five days, between the hours of 5:00 am and 5:00 pm, in February 2018, recording the species of visiting bees, their behaviors, the times of occurrence in flowers, the foraged floral resources and their frequencies in the studied flowers. The local fauna of visiting bees was made up of 4,170 specimens, distributed across 10 species and five genera. There was a predominance of bees from the Centridini tribe, with 74.1% of the species collected represented by the genus *Centris*, with emphasis on the species *Centris aenea* Lepeletier, 1841 collected with greater abundance and frequency in all the species studied, and at all monitoring times, with *B. coccolobifolia* being the plant species with the greatest diversity of visiting bees. Plant-pollinator interactions in the Caatinga region deserve greater attention, especially related to solitary bees, in view of human development and environmental conservation in this ecosystem, little studied and quite vulnerable to environmental changes.

Keywords: Native Flora. Centridini. Pollination. Floral Oil. Environmental Conservation.

1 Introdução

As abelhas visitantes florais são polinizadores efetivos para um grande número de espécies de plantas, contribuindo para a manutenção da estruturação das comunidades vegetais e influenciando na distribuição, riqueza e abundância de espécies botânicas dos ecossistemas naturais em diferentes formações vegetais, além de contribuir na produção das culturas agrícolas (Bawa et al., 1985; Kleinert; Giannini, 2012; Costa; Oliveira, 2013; Pinheiro et al., 2014; Barbosa et al., 2017).

O fenômeno da polinização se constitui no transporte de grãos de pólen viáveis das anteras para o estigma receptivo, podendo ocorrer na mesma flor, entre flores da mesma planta ou entre flores de plantas distintas da mesma espécie (polinização cruzada) (Costa; Oliveira, 2013). A polinização

cruzada é um mecanismo importante à manutenção da variabilidade genética botânica intraespecífica, totalmente dependente de agentes bióticos, a exemplo das abelhas.

As abelhas variam em tamanho, forma, coloração, hábito de nidificação e modo de vida, além de apresentarem diversos mecanismos de coleta de recursos tróficos (Michener, 2007), existindo desde abelhas totalmente solitárias até altamente eussociais (Michener, 2007; Costa; Oliveira, 2013; Pinheiro et al., 2014). Ao contrário das abelhas eussociais, que vivem em colônias contendo machos e fêmeas divididas em casta (rainha e operárias), com sobreposição de geração e polietismo etário (divisão de trabalho de acordo com a idade dos organismos), as abelhas solitárias consistem de uma única fêmea responsável por todas as tarefas do ninho, desde a sua fundação, defesa e provisionamento, além da oviposição, em

que o macho exerce função básica de realizar a inseminação da abelha fêmea jovem, a qual recomeça o ciclo (Michener, 2007; Pinheiro et al., 2014).

As abelhas ainda podem ser classificadas quanto ao nível de especialização de forrageamento, em poliléticas (forrageiam recursos em plantas de táxons diversos) e oligoléticas (forrageiam recursos em poucas espécies de plantas, às vezes, do mesmo gênero ou família), esta última categoria representada, principalmente, entre abelhas solitárias (Pinheiro et al., 2014).

Algumas espécies de abelhas evoluíram morfologicamente ou em comportamento, especializando-se na coleta de recursos florais específicos (Schlindwein, 2000), evidenciando uma relação de simbiose mutualística com espécies de plantas (Freitas et al., 2014). A composição e abundância das espécies de plantas em floração e polinizadores em atividade variam em diferentes escalas temporais, e alteram as interações gerais entre plantas e polinizadores (Deprá; Gaglianone, 2018).

Essas diversas características, portanto, potencializam a capacidade das abelhas de polinizar maior diversidade de plantas. Desse modo, os polinizadores precisam ser vistos e preservados pelo seu valor ecossistêmico, uma vez que a polinização é um elemento de estabilidade e equilíbrio ecológico, além de ferramenta importante na gestão dos recursos vegetais cultiváveis (Costa; Oliveira, 2013).

No Brasil, a apifauna atual corresponde a cerca de 2.000 espécies descritas, distribuídas entre cinco famílias: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae e Apidae (Discover Life, 2022; Moure et al., 2022). Entre os grupos de Apidae se destacam abelhas solitárias da tribo Centridini, em sua grande maioria especializadas na coleta de óleos florais (Alves-dos-Santos et al., 2007; Rosa; Ramalho, 2011; Sazan et al., 2014), distribuídas em dois gêneros: *Centris* Fabricius, 1804 e *Epicharis* Klug, 1807 (Alves-dos-Santos et al., 2007).

Atribui-se as abelhas da tribo Centridini relação mutualística estreita com diferentes espécies do gênero *Byrsonima* Rich. ex Kunth, constituindo-se nos principais visitantes florais dessas plantas, contribuindo, a partir da manutenção da reprodução, para a conservação das espécies (Bezerra; Lopes; Machado, 2009; Rosa; Ramalho, 2011; Sazan et al., 2014).

Byrsonima pertence à família botânica Malpighiaceae, mais antiga e com maior número de espécies com flores a oferecer óleo como recompensa floral aos seus polinizadores para as regiões Tropicais e Subtropicais (Pantropical) do Globo (Renner; Schaeffer, 2010). Da mesma forma, *Byrsonima* é o maior gênero da família, com 130 espécies exclusivamente neotropicais (Davis; Anderson, 2010). No Brasil, existem 41 espécies de *Byrsonima* (Francener et al., 2016), as quais ocorrem em todos os Domínios Fitogeográficos, com algumas espécies consideradas nativas e endêmicas, sendo 14 espécies com ocorrência na flora nativa da Caatinga (BRASIL, 2020).

Estudos de abelhas visitantes florais e avaliações

sobre sua diversidade são vitais para compreender o papel desempenhado por essas na coleta e transporte dos recursos tróficos (Anacleto; Marchini, 2005; Ribeiro et al., 2008; Deprá; Gaglianone, 2018). Barbosa et al. (2017) ressaltam que uma das dificuldades em se promover a conservação das abelhas é a falta de conhecimento das espécies, e que a perda de uma espécie de abelha polinizadora pode reduzir ou mesmo extinguir determinadas espécies vegetais.

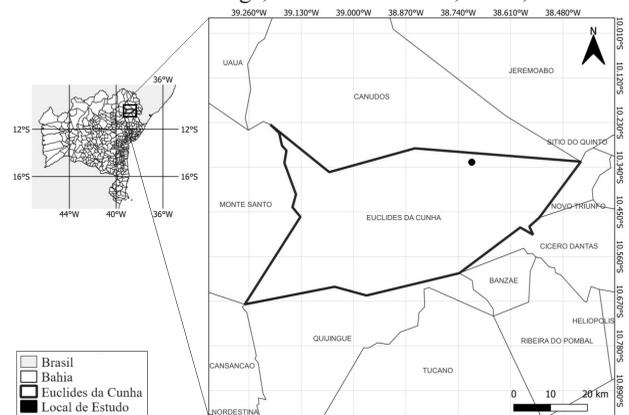
Nesse sentido, o presente estudo procurou identificar as abelhas visitantes florais em três espécies de Malpighiaceae do gênero *Byrsonima* [*Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima gardneriana* A. Juss. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC], com o intuito de entender os padrões de visitas das abelhas em uma área remanescente de Caatinga.

2 Material e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O local é uma área remanescente de Caatinga na parte Sul da ecorregião do Raso da Catarina, no município de Euclides da Cunha, estado da Bahia (coordenadas 10°19' S; 38°42' W) (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica do local de estudo em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil



Fonte: IBGE (2022).

O município está situado a uma altitude média de 473 m ao nível do mar em região com clima do tipo Bsh, caracterizado como quente e seco (Alvares et al., 2013), com temperatura e precipitação média anual de 24,3 °C e 466 mm, respectivamente (Climate-Date, 2021). O local é marcado pela dominância da tipologia arbustivo-arbórea formado por caatingas florestadas (Brasil, 2021) de Domínio Fitogeográfico da Caatinga (Moro et al., 2016) sobre solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos predominante na região (Brasil, 2021).

2.2 Procedimentos de seleção

Foram selecionadas três espécies do gênero *Byrsonima* [*Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima gardneriana* e *Byrsonima verbascifolia*], com base no levantamento florístico realizado por Santos et al. (2018), na parte Sul da ecorregião do Raso da Catarina, no qual está inserido o município de

Euclides da Cunha.

Para o monitoramento das visitas, foram escolhidas, aleatoriamente, três espécimes de cada espécie (N=9) de *Byrsonima*, usando como critério de inclusão o diâmetro a altura do solo (DAS) a partir de 3 cm (Moro; Martins, 2013). Com auxílio de um aparelho GPS, espécimes botânicos foram georreferenciados, identificados e numerados com placa de alumínio, com espécimes testemunho coletados, herborizados e depositados no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB).

2.3 Avaliação das abelhas visitantes florais

O estudo foi conduzido por cinco dias durante a estação seca no mês fevereiro de 2018, compreendido no período de floração das espécies de *Byrsonima* (dezembro a abril).

O registro da presença e do comportamento exibido pelas abelhas visitantes foram realizados por meio de contagem por observações visuais, entre os horários de 5h até às 17h durante os cinco dias, totalizando 60 horas de observações, aproximadamente. O tempo diário de observação foi dividido em intervalos de uma hora, para posterior análise horária das visitas. O horário com o maior número de abelhas foi considerado como pico de visitação.

Exemplares das abelhas visitantes foram coletados com auxílio de rede entomológica em horários das 5h às 17h pelo método de “varredura”, com base em Sakagami et al. (1967). As abelhas foram coletadas sobre as flores até a altura alcançada pelo braço e os exemplares capturados foram colocados em frascos mortíferos com acetato de etila e, após anestesiados, acondicionados em potes etiquetados de acordo com o local e data da coleta. Posteriormente, foram alfinetados, etiquetados e conduzidos ao Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS) do Instituto de Biologia (IBIO) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) para identificação por especialista e, em seguida, depositados no acervo de Insetos Terrestres do Museu de História Natural da Bahia (MHNBA-Zoo - UFBA). Parte dos exemplares (réplicas) foi mantida em Coleção Didática em Ribeira do Pombal, Bahia, para utilização em atividades de popularização da Ciência.

2.4 Análise dos dados

Para determinar a contribuição das abelhas, na caracterização estrutural da comunidade, foram avaliados a abundância absoluta e relativa, a média diária do número de abelhas visitantes por espécie e o grau de frequência. Foram calculados os índices ecológicos de diversidade de Shannon Wiener (H'), equabilidade de Pielou (J) e dominância (D) das espécies de abelhas entre as espécies de *Byrsonima*, com base em Brower e Zar (1984).

O grau de frequência foi obtido por meio do Índice

de Constância (C) com base em Bodenheimer (1938) e Southwood (1982), que foi calculado para a ocorrência de cada espécie de abelhas, considerando o número de observações realizadas, por meio da expressão: $C_i = n_i / N * 100$, em que: C_i = constância da espécie “i”; n_i = número de abelhas nas quais a espécie “i” foi registrada; e, N: número total de observações realizadas.

De acordo com o valor da constância (C) de ocorrência, as espécies foram classificadas em: Constante (com presença de mais de 50%), Acessória (em 25% a 50%) e Acidental (presença da espécie em menos de 25%) (Bodenheimer, 1938; Southwood, 1982).

Realizou-se a análise multivariada por meio do método e análise de componentes principais (ACP), do total de abelhas visitantes de cada espécie relacionada com as espécies de *Byrsonima*, de modo a compreender a similaridade entre e dentro os componentes e avaliar a importância de cada espécie de abelhas sobre a variação total disponível entre as espécies de *Byrsonima* visitadas.

Os dados foram organizados e tabulados em planilha Excel Windows 2010, com os índices e a ACP calculados com o auxílio do software estatístico Past 4.3®.

3 Resultados e Discussão

Foi contabilizado um total de 4.170 espécimes de abelhas visitantes, distribuídas entre dez espécies e cinco gêneros na família Apidae. Todas as espécies de abelhas coletadas são solitárias, com exceção das espécies eussociais *Paratrigona* (*Paratrigona*) incerta e *Apis mellifera*, 1758 (abelha africanizada). Do total de espécimes coletados, 49,95% (n=2.083) foram registrados em plantas de *Byrsonima coccolobifolia*, com média de 43,9 visitantes florais diários. Em *Byrsonima verbascifolia*, registrou-se 30,6% (n=1.273) dos espécimes coletados, com média de 36,5 visitantes florais diários. A espécie de *Byrsonima gardneriana* recebeu o menor número de abelhas visitantes florais, correspondendo a 19,45% (n=811) do total de abelhas registradas, com média diária de 27 visitantes florais. As espécies de abelhas do gênero *Centris* contribuíram com 74,1% da abundância total. Além disso, vale ressaltar que, entre todas as espécies de abelhas visitantes das *Byrsonima*, *Centris* (*Centris*) aenea foi a espécie mais abundante, representando pouco mais de 35% das abelhas em *B. gardneriana*, 28% em *B. verbascifolia* e 28% em *B. coccolobifolia* (Quadro 1).

Quadro 1 - Abelhas visitantes florais em espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil

Espécies	Abundância		Visitação diária			Constância	
	(n)	(%)	Máx.	Média	Mín.	(%)	Classes
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>							
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	266	12,8	62	53,2	42	51,3	Cst
<i>Paratrigona</i> (<i>Paratrigona</i>) <i>incerta</i> Moure, 1951	249	12,0	63	50,7	62	100,0	Cst
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>aenea</i> Lepeletier, 1841	591	28,4	111	98,5	96	47,5	Acs
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>caxiense</i> Ducke, 1907	318	15,3	67	53,0	49	71,6	Cst
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>flavifrons</i> Fabricius, 1775	103	4,9	31	20,6	18	38,3	Acs
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>spilopoda</i> Moure, 1969	143	6,9	34	28,6	26	41,8	Acs
<i>Centris</i> (<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i> Smith, 1874	111	5,3	28	22,2	20	23,2	Acd
<i>Centris</i> (<i>Trachina</i>) <i>fuscata</i> Lepeletier, 1841	143	6,9	33	28,6	26	46,3	Acs
<i>Epicharis</i> (<i>Xanthepicharis</i>) <i>bicolor</i> Smith, 1854	94	4,5	20	18,8	18	56,6	Cst
<i>Paratetrapedia</i> sp.	65	3,1	65	65,0	65	44,8	Acs
Total	2.083	100		43,9			
<i>Byrsonima gardneriana</i>							
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	90	11,1	18	18,0	18	17,4	Acd
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>aenea</i> Lepeletier 1841	287	35,4	59	57,4	56	23,0	Acd
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>caxiense</i> Ducke, 1907	132	16,3	30	26,4	25	29,4	Acs
<i>Centris</i> (<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i> Smith, 1874	166	20,5	40	33,2	29	34,6	Acs
<i>Centris</i> (<i>Trachina</i>) <i>fuscata</i> Lepeletier, 1841	56	6,9	13	11,2	10	18,1	Acd
<i>Paratetrapedia</i> sp.	80	9,9	16	16,0	16	55,2	Cst
Total	811	100		27			
<i>Byrsonima verbascifolia</i>							
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	162	12,7	31	32,4	33	31,3	Acs
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>aenea</i> Lepeletier, 1841	367	28,8	78	73,4	70	29,5	Acs
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>spilopoda</i> Moure, 1969	199	15,6	37	33,8	32	58,2	Cst
<i>Centris</i> (<i>Centris</i>) <i>flavifrons</i> Fabricius, 1775	166	13,2	44	39,8	37	61,7	Cst
<i>Centris</i> (<i>Hemisiella</i>) <i>tarsata</i> Smith, 1874	197	15,4	46	39,4	34	41,1	Acs
<i>Centris</i> (<i>Trachina</i>) <i>fuscata</i> Lepeletier, 1841	110	8,6	21	22,0	25	35,6	Acs
<i>Epicharis</i> (<i>Xanthepicharis</i>) <i>bicolor</i> Smith, 1854	72	5,7	12	14,4	10	43,4	Acs
Total	1.273	100		36,5			

Onde: n = abundância absoluta; (n%) = abundância relativa; Cst = constante; Acs = acessória; Acd = acidental.

Fonte: dados da pesquisa.

Em nível de constância, 50% das espécies de abelhas visitantes em *B. coccolobifolia* são espécies acessórias (Acs), 40% constantes (Cst) e 10% acidentais (Acd). Em *B. gardneriana*, 50% das espécies são acidentais (Acd), 33% acessórias (Acs) e 17% constantes (Cst), enquanto para *B. verbascifolia*, 71,4% são acessórias (Acs) e 28,6% correspondem a espécies com frequência constante (Cst).

A espécie *P. (P.) incerta* foi exclusiva em *B. coccolobifolia* ao contrário de *C. (C.) aenea*, *Centris (Trachina) fuscata*, *Centris (Hemisiella) tarsata* e *A. mellifera* comuns a todas as espécies de *Byrsonima* estudadas, nas quais *C. (H.) tarsata* foi a espécie mais bem distribuída, com 23,2% dos espécimes coletados em *B. coccolobifolia*, 34,6% em *B. gardneriana* e 41,1% em *B. verbascifolia*. As espécies *Centris (Centris) flavifrons*, *Centris (Centris) spilopoda* e *Epicharis (Xanthepicharis) bicolor* ocorreram apenas em flores de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*, enquanto as espécies *Centris (Centris) caxiense* e *Paratetrapedia* sp. ocorreram apenas em *B. coccolobifolia* e *B. gardneriana*.

A riqueza de abelhas visitantes em *Byrsonima* tem sido registrada em outros estudos realizados no Brasil, a exemplo de Vilas Boas et al. (2013), em área remanescente de Cerrado,

em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, que observaram a ocorrência de quinze espécies de abelhas visitantes em *Byrsonima intermedia* A. Juss. e *Byrsonima pachyphylla* A. Juss., em que *Epicharis (Epicharis) flava* Friese, 1900 e *Centris (Centris) varia (Erichson, 1849)*, ambas espécies também pertencentes à tribo Centridini, foram os principais visitantes frequentes para ambas as espécies de plantas.

Cruz et al. (2015) também registraram quatro famílias botânicas visitadas por *Centris (H.) tarsata*, com destaque para Malpighiaceae, representada por sete espécies botânicas em área de Caatinga no município de Nova Soures, Bahia. Ainda relacionado aos Centridini, em área urbana no município de Salvador, Bahia, Lima et al. (2017) registraram a preferência de *Centris (Heterocentris) analis* Fabricius, 1804 e *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874, por grãos de pólen de espécies de sete famílias botânicas, com maior destaque para Fabaceae, além de Malpighiaceae.

Vale registrar, no presente estudo, a ocorrência constante da abelha exótica *A. mellifera* (51%) em *B. coccolobifolia*, de forma acidental em *B. gardneriana* e de forma acessória em *B. verbascifolia* no forrageamento de grãos de pólen. O comportamento generalista da *A. mellifera* tem sido registrado

em vários trabalhos, a exemplo de Trovão et al. (2009), em vegetação da Caatinga no município de Caturité, Paraíba, que notaram ocorrência dessas abelhas em 33% das espécies de plantas estudadas. Em área da Caatinga próxima ao local no qual foi realizado o presente estudo, no município de Ribeira do Pombal, Bahia, Gama et al. (2018) registraram a ocorrência de *A. mellifera* em 46 espécies de plantas. Da mesma forma, Bonfim et al. (2015) também observaram visitação abundante e constante de *A. mellifera* em *Bixa orellana* L. na região de Teixeira de Freitas, Bahia.

A presena constante de *A. mellifera* foi também observada por Barbosa et al. (2016) em plantas de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. em área de Mata Atlântica em Juiz de Fora, Minas Gerais.

No caso dos levantamentos de abelhas em áreas naturais, especialmente em ecossistemas sobre pressão antrópica, a maior preocupao que tem sido registrada, na literatura científica, em relao   espécie *A. mellifera* e seu impacto sobre a apifauna nativa. Especialmente sobre as abelhas solitárias, situao relacionada à competio pelos estoques de alimentos florais, em funo da alta capacidade da *A. mellifera* em forragear recursos florais de forma generalista e maior intensidade, uma vez que a espécie é bastante r stica, com ninhos muito populosos, mesmo se comparado às espécies eussociais nativas (*Meliponini* e *Bombini*).

Por se tratar de uma espécie introduzida, *A. mellifera* não estaria adaptada evolutivamente   flora nativa e, dessa forma, tende a competir indiscriminadamente por recursos florais com as abelhas nativas. Ao contrário disso, as abelhas solitárias especializadas dependem, para sua sobrevivência, de uma única ou poucas espécies de plantas, nas quais coletam seus recursos alimentares.

Ressalta-se, ainda, que a ameaa das abelhas *A. mellifera*   apifauna nativa tem sido potencializada por meio de incentivos governamentais equivocados   apicultura em determinadas regiões, nas quais a ausência de estudos previamente realizados como o zoneamento do potencial apícola, ausência de planejamento da distribuio de apiários, a fim de atender a capacidade de suporte do pasto apícola, como observado por Gama et al. (2021), em estudo sobre distribuio espacial de apiários no município de Ribeira do Pombal, Bahia, e, até mesmo, a ausência de incentivo ao incremento do pasto apícola que pode causar, a médio e longo prazo, impactos à diversidade da apifauna nativa.

No caso das espécies de *Byrsonima* estudadas no presente trabalho, consideradas a riqueza e a abundância da comunidade de abelhas visitantes, a diversidade encontrada em *B. coccolobifolia*, estimada pelo  ndice de Shannon ($H' = 2,082$), foi superior àquela estimada para as demais espécies de *Byrsonima* (Quadro 2).

Quadro 2 -  ndices ecológicos de equabilidade J (Pielou), diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância (D), para as abelhas visitantes florais encontradas entre as espécies vegetais do gênero *Byrsonima* (Malpighiaceae) em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil

Espécies	J	H'	D
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	0,9041	2,082	0,1521
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	0,9180	1,645	0,2204
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	0,9453	1,839	0,1754

Fonte: dados da pesquisa.

As espécies *C. (C.) aenea*, *C. (C.) caxiense* e *A. mellifera* somaram pouco mais de 56% das abelhas observadas em *B. coccolobifolia*, e com frequência constante de *P. (P.) incerta* (100%), *C. (C.) caxiense* (71%), *E. (X.) bicolor* (56%) e *A. mellifera* (51,3%) em suas flores, especialmente, se comparada às demais espécies de *Byrsonima* estudadas, o que demonstra uma importante contribuio destas espécies para a polinizao das plantas de *B. coccolobifolia*.

A menor diversidade de abelhas observada, em *B. gardneriana* ($H' = 1,645$), foi também acompanhada pelo seu menor número de riqueza e abundância, o que provocou sua alta dominância ($D = 0,2204$) sobre as demais espécies de *Byrsonima*. O  ndice de dominância (D) se comporta como o oposto do  ndice de diversidade (H'), ou seja, quanto menor a diversidade, maior a dominância de uma espécie sobre as outras. Isso ocorre quando uma espécie é encontrada com número superior de espécimes em comunidade em que a diversidade   baixa, refletindo a probabilidade de dois espécimes escolhidos ao acaso pertencerem à mesma espécie.

Em comparao com as outras espécies de *Byrsonima*, *B. verbascifolia* apresentou maior  ndice de equabilidade ($J = 0,9453$) estimado pelo  ndice de Pielou (J). Equabilidade, por sua vez, é quando as espécies da comunidade são encontradas em números muito similares, significando haver um equilíbrio entre as espécies presentes, expressando ainda baixo  ndice de dominância, por haver baixa disparidade entre o número de espécimes de cada espécie.

Essas diferenciaes podem estar associadas, segundo Deprá e Gaglianone (2018), às variaes na quantidade e durao de flores que podem reduzir a competio por polinizadores pelo fato dos recursos estarem disponíveis durante maior período de tempo, o que tende, ainda, segundo esses autores, a contribuir no aumento da variabilidade genética entre as plantas polinizadas, na medida em que provocam maior fluxo de polinizadores, aumentando a chance de transporte de grãos pólen entre plantas distintas da mesma espécie. Além de que determinadas características morfológicas da flor, que mais se destacam, tendem a contribuir no aumento de chances de serem visitadas, conforme assinala Santana e Iamara-Nogueira (2019).

A diversidade de espécies de abelhas submetidas à análise de componentes principais (ACP) explicou 73,6% da variao da visitao das abelhas entre as espécies de *Byrsonima* (*B. coccolobifolia*, *B. gardneriana* e *B. verbascifolia*) por meio do

primeiro componente principal (CP1). As espécies de abelhas, que mais contribuíram para a formação da CP1, explicando a dissimilaridade entre as espécies de *Byrsonima* sp., foram *C. (C.) aenea*, *C. (C.) fuscata*, *C. (C.) caxienseis*, *P. (P.) incerta* e *A. mellifera*. Já as espécies *C. (C.) spilopoda*, *C. (C.) flavifrons* e *E. (X.) bicolor* foram as espécies responsáveis pela variação do componente principal 2 (PC2), explicando em 26,4% a diferenciação entre as espécies de *Byrsonima* estudadas (Quadro 3).

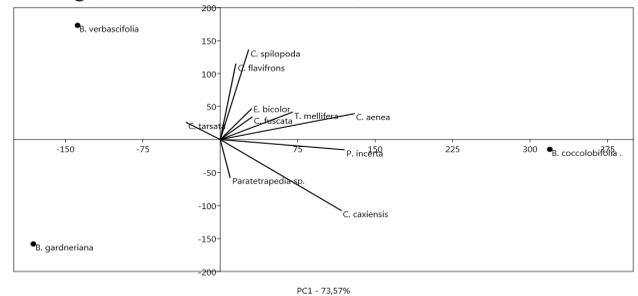
Quadro 3 - Cargas relativas das variáveis e variabilidade explicada pelos eixos na análise de componentes principais (CP) das espécies de abelhas em relação às espécies de *Byrsonima*, em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil

Cargas Relativas				
Variáveis	Coeficiente de Contribuição		Valores de Correlação	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
<i>Apis mellifera</i>	30,08%	17,84%	0,9422	0,3350
<i>Paratrigona (Paratrigona) incerta</i>	51,71%	-6,69%	0,9970	-0,0773
<i>Centris (Centris) aenea</i>	55,94%	16,91%	0,9840	0,1783
<i>Centris (Centris) caxienseis</i>	50,49%	-46,37%	0,8760	-0,4823
<i>Centris (Centris) flavifrons</i>	6,47%	49,26%	0,2139	0,9769
<i>Centris (Centris) spilopoda</i>	11,81%	58,53%	0,3190	0,9478
<i>Centris (Trachina) fuscata</i>	13,21%	14,59%	0,8339	0,5520
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	-14,21%	11,19%	-0,9042	0,4271
<i>Epicharis (Xanthepicharis) bicolor</i>	13,05%	20,04%	0,7356	0,6774
<i>Paratetrapedia</i> sp.	4,08%	-24,67%	0,2657	-0,9641
Autovalor	76845,00	27612,40		
Variabilidade (%)	73,566	26,434		
Valores de Contribuição				
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>			319,140	-14,831
<i>Byrsonima gardneriana</i>			-180,990	-158,260
<i>Byrsonima verbascifolia</i>			-138,140	173,090

Fonte: dados da pesquisa.

Pela distribuição das variáveis no gráfico (Figura 2), nota-se que as espécies *C. (H.) tarsata*, *C. (C.) flavifrons* e *C. (C.) spilopoda* foram mais associadas a *B. verbascifolia*, enquanto as espécies *P. (P.) incerta*, *C. (C.) aenea*, *A. mellifera* e *C. (T.) fuscata* foram mais associadas a *B. coccolobifolia*. O contrário se observa na redução de espécies de abelhas associadas a *B. gardneriana*.

figura 2 - Diagrama de ordenação (Biplot CP1 × CP2) produzido pela análise de componentes principais das espécies de abelhas visitantes florais [*Apis mellifera* (Apini), *Paratrigona (Paratrigona) incerta* (Meliponini), *Centris (Centris) aenea*, *Centris (Centris) caxienseis*, *Centris (Centris) flavifrons*, *Centris (Centris) spilopoda*, *Centris (Hemisiella)*, *Centris (Trachina) fuscata*, *Epicharis (Xanthepicharis) bicolor* (Centridini) e *Paratetrapedia* sp. (Tapinotaspidini)] em relação as espécies de *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima gardneriana* e *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae), em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil



Fonte: dados da pesquisa.

A dissimilaridade observada entre as espécies de *Byrsonima* foi explicada pelos índices ecológicos, distinguindo maior diversidade da comunidade de abelhas visitantes florais em *B. coccolobifolia*, principalmente, expressa pela riqueza e abundância das abelhas Centridini especializadas em coleta de óleo.

Por outro lado, a dissimilaridade notada na ACP entre *B. verbascifolia* e *B. gardneriana* pode estar acompanhada de uma menor diversidade das comunidades de abelhas encontradas em cada espécie de plantas. Deprá e Gaglianone (2018) explicam que as comunidades dos polinizadores podem variar de acordo com as características dos ciclos biológicos das espécies, bem como em resposta à disponibilidade de recursos e variáveis climáticas. Diferenças na disponibilidade (quantidade) e qualidade de recursos poderia explicar a dissimilaridade entre essas duas espécies de plantas, uma vez que todas as espécies de *Byrsonima* foram monitoradas ao mesmo tempo (período e estação do ano).

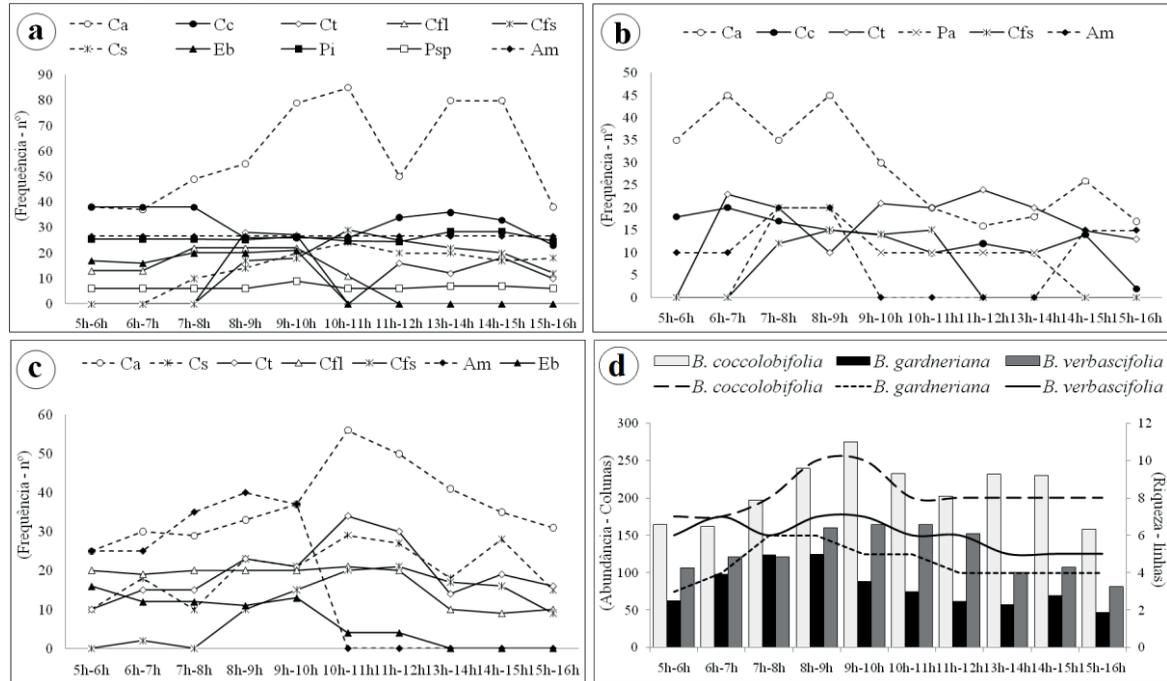
Da mesma forma, a maior diversidade de abelhas nas flores de *B. coccolobifolia* poderia ocasionar menor atratividade das abelhas às flores das outras espécies de *Byrsonima*, possivelmente, pela maior capacidade de oferta de recursos florais no momento da amostragem. Para Freitas e Paxton (1998), situações como essa podem ser favoráveis à manutenção de um menor contingente possível de espécies de abelhas na área, o que tende a contribuir, ao longo do tempo, em oferta de recursos de forma regular. De outro modo, para Deprá e Gaglianone (2018), a súbita diminuição na oferta tende a modificar a estrutura das comunidades e, conseqüentemente, das interações ecológicas.

A interação das abelhas com as espécies de *Byrsonima*, analisado com base nos diferentes horários em que as abelhas realizam as visitas florais, bem como ao número de abelhas, conforme os picos alcançados, pode auxiliar o entendimento desse comportamento (Figura 3). As visitas das

abelhas nas plantas de *Byrsonima* se iniciavam por volta das 5 h, a partir da abertura das flores, com maior incidência no

período matutino, principalmente entre 9 h e 11 h, encerrando-se em torno de 16 h e 17 h.

Figura 2 - Presença de abelhas visitantes florais [Am = *Apis mellifera* (Apini), Pi = *Paratrigona* (*Paratrigona*) incerta (Meliponini), Ca = *Centris* (*Centris*) aenea, Cc = *Centris* (*Centris*) caxiensis, Cfl = *Centris* (*Centris*) flavifrons, Cs = *Centris* (*Centris*) spilopoda, Ct = *Centris* (*Hemisiella*) tarsata, Cfs = *Centris* (*Trachina*) fuscata, Eb = *Epicharis* (*Xanthepicharis*) bicolor (Centridini), Pa = *Paratetrapedia* sp. (Tapinotaspidini)] por intervalos horários de observações em plantas das espécies de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (a), *Byrsonima gardneriana* A. Juss. (b) e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (c) [Malpighiaceae], relacionado à variação de riqueza e abundância de abelhas em função dos diferentes horários do dia nas espécies de *Byrsonima* (d), em área remanescente de Caatinga, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil



Fonte: dados da pesquisa.

Nesse caso, as recompensas florais (óleo e grãos de pólen) ofertadas pelas espécies de *Byrsonima* às abelhas visitantes foram coletados em diferentes horários, tendo sido mais frequente no período da manhã. A exceção foram as espécies *P. (P.) incerta*, *C. (C.) caxienses* e *C. (T.) fuscata* em plantas de *B. coccolobifolia* (Figura 3a) e *C. (T.) fuscata* e *C. (C.) spilopoda* em plantas *B. gardneriana* (Figura 3b), com maior frequência no turno vespertino.

A espécie *C. (C.) aenea* ocorreu em todos os horários monitorados nas espécies de *Byrsonima* durante o período de estudo, com diferenças apenas na frequência e número de abelhas entre as espécies de plantas visitadas. Pode-se observar, ainda, que *C. (C.) aenea* ocorreu em *B. coccolobifolia* concentrando-se em dois momentos, 9-10h, matutino e 13-15h, vespertino (Figura 3a). Em *B. gardneriana* (Figura 3b), *C. (C.) aenea* apresentou picos na parte da manhã (7-9h) e em *B. verbascifolia* (Figura 3c), picos de visitação no final da manhã (11h), com maior número de abelhas visitantes.

A espécie *E. (X.) bicolor* incidiu em *B. coccolobifolia* (Figura 3a) e em *B. gardneriana* (Figura 3b) com visitas apenas no período da manhã, diminuindo sua presença a partir das 11h. A ocorrência de abelhas no período matutino também foi observada em outros trabalhos, como no estudo realizado por Vilas Boas et al. (2013), que indicaram que

Epicharis (*Epicharis*) *flava* e *Centris* (*Centris*) *varia* em flores de *Byrsonima* sp. com maior frequência no período da manhã, entre 7h e 11h.

Para Paz et al. (2016), a concentração de abelhas visitantes no período matutino foi maior em função da maior quantidade de flores disponíveis nesse turno, além da influência de fatores abióticos, ocorrendo maior visitação em períodos com menor pluviosidade. E até mesmo por diferenças da biologia secretora, com algumas estruturas florais e glândulas secretoras, sendo mais ativas durante as primeiras horas do dia.

Com relação à espécie *A. mellifera*, seu período de maior visitação ocorreu pela manhã, entre 7h e 10h, mas reduzindo-se a partir das 9h. Esse comportamento foi observado em outras espécies de plantas, como no estudo realizado por Bonfim et al. (2015), que observaram visitas de *A. mellifera* em *B. orellana* na parte da manhã e Paz et al. (2016) em área urbana no município de Feira de Santana, Bahia, que notaram maior frequência entre 11h e 12h. Portanto, é possível que a maior presença de *A. mellifera* nas flores de *Byrsonima*, no período da manhã, esteja associada a uma estratégia de se antecipar às demais abelhas nas visitas florais, conferindo mais uma característica ao alto potencial de forrageamento peculiar da *A. mellifera*.

Ainda com base nos horários se pode notar que a riqueza e a abundância das abelhas visitantes foram maiores em plantas de *B. coccolobifolia* durante todo o período de avaliação com intervalo de aumento entre 8h e 10h. A menor riqueza e abundância de visitantes ocorreram em plantas de *B. gardneriana*, em especial, no período da tarde, com a visitação se reduzindo a partir das 9h (Figura 3d). Após às 16h não houve presença de abelhas visitantes que pudessem ser registradas.

Segundo Vilas Boas et al. (2013), a variação temporal no período de floração e a autoincompatibilidade total ou parcial entre as espécies de *Byrsonima* podem funcionar como mecanismos de isolamento e barreira ao fluxo gênico entre as plantas, evitando, ainda, provavelmente, a competição entre os polinizadores. Segundo Deprá e Gaglianone (2018), a partilha de recursos em diferentes horários do dia, como estratégia para evitar essa competição, é apontada como um fator causal de tais variações.

Entretanto, deve-se levar em conta também que a frequência de abelhas visitantes não garante por si só a polinização dessas plantas, por se tratarem de plantas que possuem polinizadores especializados. Nesse sentido, Freitas e Paxton (1998) explicam que a maior frequência das visitas e, conseqüentemente, a maior probabilidade de as flores visitadas serem polinizadas se deve a uma condição de maior fidelidade floral de espécies de abelhas.

Foi observado por Nascimento Júnior et al. (2023), em um estudo realizado, na mesma área, que óleo e grãos de pólen foram os recursos tróficos florais ofertados pelas espécies de *Byrsonima* às abelhas visitantes, em que o óleo floral, exsudado pelas glândulas (elaióforos) em botões e flores em pré-antese e em antese ocorreu continuamente durante a antese. Entretanto, não foi possível visualizar a liberação no início da senescência. Ainda, segundo os autores, as abelhas *Centris* spp. e *Epicharis* spp. foram as coletoras desses recursos, uma característica das espécies de abelhas da tribo Centridini.

Foi notado por Nascimento Júnior et al. (2023) que as abelhas *Centris* spp. e *E. (X.) bicolor*, durante a coleta de óleo, pousam na flor se prendendo na pétala estandarte com auxílio da mandíbula e raspam os elaióforos com os pentes do basitarso nas patas medianas, acondicionando o material nas escopas das patas anteriores. O comportamento observado na coleta de óleo floral é corroborado por outros estudos, como no trabalho realizado por Bezerra et al. (2009) estudando o gênero *Byrsonima*.

Em estudo realizado por Possobom e Machado (2017), os autores observaram diferentes abelhas explorando os elaióforos em *B. Coccolobifolia*, atuando como potenciais polinizadores ou apenas coletores de óleos. No presente estudo, foi observada toda a riqueza de espécies de abelhas coletoras de óleo forrageando também as flores de *B. coccolobifolia*, na qual a menor ocorrência foi verificada apenas entre as espécies *C. (H.) tarsata* (23%) e *C. (C.) flavifrons* (38%).

Esse comportamento demonstra a preferência das abelhas Centridini por esse recurso trófico, conforme assinalam autores como Costa et al. (2006), Bezerra et al. (2009) e Mendes et al. (2011). O que evidencia o fenômeno da relação de simbiose mutualística planta-polinizador, com abelhas especializadas contribuindo para o serviço de polinização e como recompensa recebem os recursos florais, explicado pelo fato de que o óleo floral exsudado das espécies de *Byrsonima* compõe parte da dieta das larvas dessas espécies de abelhas solitárias ao ser misturado aos grãos de pólen obtidos de outras espécies de plantas (Siqueira et al., 2011; Rabelo et al., 2012, Cruz et al., 2015; Bonfim et al., 2015; Barônio et al., 2017; Lima et al., 2017).

Em relação aos grãos de pólen, Nascimento Júnior et al. (2023) constataram que a coleta realizada pelas abelhas Centridini, a partir das anteras das flores das espécies de *Byrsonimas* ocorreu por meio da vibração de músculos do voo ligados ao tórax dessas abelhas, fenômeno conhecido por “buzz-pollination”, em que foi possível perceber que as patas traseiras permaneciam suspensas durante a realização desse procedimento. O comportamento de coleta por vibração resultou, de acordo com os autores, em uma nuvem de pólen no ar (visível a olho nu) e, conseqüentemente, no corpo das abelhas, que em seguida era acondicionados em estruturas especializadas que são as escopas presentes nas pernas traseiras.

A polinização, nessas espécies de plantas, só ocorre por vibração, como salientam Bezerra et al. (2009), explicando que isso se torna uma característica determinante das espécies de *Byrsonimas*, mantendo relação próxima a polinizadores especialistas como abelhas do gênero *Centris*. Além de que, esses movimentos vibratórios podem favorecer a coleta de grãos de pólen de forma mais expressiva a cada visita realizada por essas abelhas.

Para Pinheiro et al. (2014), as interações das abelhas solitárias com suas plantas preferidas devem ser alvo de conservação, ainda mais que em algumas situações, as associações de espécies oligolécticas dependem de fontes específicas de grãos de pólen para alimentar as larvas, sendo, portanto, obrigatórias para reprodução tanto das abelhas quanto das plantas. Segundo Deprá e Gaglianone (2018), essa dinâmica temporal das interações entre plantas e polinizadores pode ser influenciada por fatores naturais, como ciclos e flutuações nos padrões de floração das plantas e nas populações de polinizadores, como em variações ambientais causadas por ações antrópicas.

A supressão da vegetação nativa, elevando a temperatura e diminuindo a umidade relativa, também reduzindo os locais disponíveis para as abelhas nidificarem, como troncos de árvores, ou escassez de outros recursos causada pela retirada da vegetação, é uma das causas mais impactantes à interação planta-polinizador, conforme observado por Deprá e Gaglianone (2018). Pinheiro et al. (2014) ressaltaram que, desse modo, é importante a manutenção e a conservação

de habitats naturais, nos quais estão as fontes alimentares das abelhas, locais de refúgios e materiais adequados para nidificação.

4 Conclusão

O grupo de abelhas da tribo Centridini (Apidae) predominou, em 74,1% da abundância, entre as abelhas visitantes nas espécies de *Byrsonima* estudadas. A espécie *Centris (Centris) aenea* demonstrou acentuada capacidade de forrageamento em visita às flores das espécies estudadas, superando as demais espécies de abelhas, em abundância, constância e frequência horária.

A maior diversidade e a frequência relativa das abelhas visitantes ocorreu em plantas da espécie de *Byrsonima coccolobifolia*, com espécies de abelhas Centridini exercendo papel importante na manutenção da reprodução das espécies de *Byrsonima* estudadas.

A ACP permitiu compreender a dissimilaridade existente na visitação das abelhas entre as espécies de *Byrsonima*, com base na abundância e riqueza das abelhas visitantes que compõem a diversidade das comunidades. A maior associação de espécies de abelhas visitantes explicada pela CP 1 e relacionada à espécie *B. coccolobifolia* pode ter ocorrido em função da disponibilidade de recursos florais (grãos de pólen e óleo floral) ofertados em maior quantidade e/ou qualidade, e de forma mais estável.

Maior atenção deve ser dada à interação planta-polinizador, principalmente das abelhas solitárias especializadas relacionadas com a flora da Caatinga, em face do desenvolvimento humano e da conservação desse ecossistema, especialmente, pela sua carência de estudos e vulnerabilidade às mudanças ambientais.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor durante o período de realização da presente pesquisa. À equipe do Laboratório de Biologia do Departamento de Ciências Exatas e da Terra da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus II – Alagoinhas, Bahia e ao Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos da Universidade Federal da Bahia (BIOSIS/UFBA), Campus de Ondina – Salvador, Bahia. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao quarto autor deste artigo (Processo: 316639/2021-4).

Referências

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

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

ANACLETO, D.A.; MARCHINI, L.C. Análise faunística de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas no Cerrado do estado de São Paulo. *Acta Sci.*, v.27, n.3, p.277-284, 2005.

BARBOSA, B.C. et al. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). *Entomotropica*, v.31, n.16, p.131-136, 2016.

BARBOSA, D.B. et al. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *RevUergs*, v.3, n.4, p.694-703, 2017. doi: 10.21674/2448-0479.34.694-703.

BARÔNIO, G.J. et al. Characterization of Malpighiaceae flower-visitor interactions in a Brazilian savannah: how do floral resources and visitor abundance change over time. *Flora*, v.234, p.126-134, 2017. doi: 10.1016/j.flora.2017.07.015.

BAWA, K.S. et al. Reproduction biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination system. *Am. J. Bot.*, v.72, n.3, p.346-356, 1985, 1985.

BEZERRA, E.S.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, v.32, n.1, p.95-108, 2009. doi: 10.1590/S0100-84042009000100010.

BODENHEIMER, F.S. *Problems of animal ecology*. Oxford, University Press, 1938.

BONFIM, M.S. et al. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* Linnaeus 1753) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. *Sci. plena*, v.11, n.5, p.2-7, 2015.

BRASIL, Banco de Informações Ambientais, 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - BDIA/IBGE. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso: 15 ago. 2023.

BRASIL, Malpighiaceae in Flora e Funga do Brasil, 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB155>. Acesso em: 29 ago. 2023.

BRASIL, Divisão Regional do Brasil, 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html>. Acesso: 15 out. 2023.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. *Field and laboratory methods for general ecology*. Dubuque: W. M. C. Brow, 1984.

CLIMATE-DATA. Dados climáticos referente a série histórica de 1991-2021 para o município de Euclides da Cunha, Bahia, Brazil, 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/euclides-da-cunha-42894/>. Acesso: 15 ago. 2023.

COSTA, C.B.N.; COSTA, J.A.S.; RAMALHO, M. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, v.29, n.1, p. 103-114, 2006. doi: 10.1590/S0100-84042006000100010.

COSTA, C.C.deA.; OLIVEIRA, F.L.de. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. *Rev. Verde*, v.8, n.3, p.1-10, 2013.

CRUZ, A.P.A.D. et al. Pollen types used by *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (1874) (Hymenoptera, Apidae) in the provisioning of brood cells in an area of Caatinga. *Acta Bot. Brasilica*, v.29, n.2, p.282-284, 2015. doi: 10.1590/0102-33062015abb0005.

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. *Am. J. Bot.*, v.97, n.12, p.2031-2048, 2010. doi: 10.3732/ajb.1000146.

DEPRÁ, M.S.; GAGLIANONE, M. C. Interações entre plantas e polinizadores sob uma perspectiva temporal. *Oecologia Aust.*,

v.22, n.1, p.1-16, 2018. doi: 10.4257/oeco.2018.2201.01.

DISCOVER LIFE. Discover Life - Bee species in the world, 2022. Disponível em: <<https://www.discoverlife.org>>. Acesso em: 15 out. 2023.

FRANCENER, A. et al. Brazilian species of the genus *Byrsonima* (Malpighiaceae) *Byrsonima* of Brazil. v.1, p.1-7, 2016.

FREITAS, B.M.; PAXTON, R.J. A comparison of two pollinators: the introduced honeybee (*Apis mellifera*) and indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of NE Brazil. *J. Appl. Ecol.*, v.35, p.109-121, 1998. doi: 10.1046/j.1365-2664.1998.00278.x.

FREITAS, L. et al. Interações planta-polinizador e a estruturação das comunidades, p. 496-533. In.: RECH, A.R. et al. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014.

GAMA, D.C. et al. Spatial distribution of apiaries in the municipality of Ribeira do Pombal, Bahia, Brazil: Implications for honey production. *CTA Apícola Bras.*, v.9, e8306, 2021. doi: 10.18378/aab.v9i.8306.

GAMA, D.C. et al. Gradiente colorimétrico de méis provenientes do pasto apícola da região de Ribeira do Pombal, Bahia. *ACSA*, v.14, n.3, p.240-246, 2018. doi: 10.30969/acsa.v14i3.1037.

KLEINERT, A.D.M.P.; GIANNINI, T.C. Generalist bee species on Brazilian bee-plant interaction networks. *Psyche*, p.1-7, 2012. doi: 10.1155/2012/291519.

LIMA, R. et al. Floral resource partitioning between *Centris* (*Heterocentris analis* (Fabricius, 1804) and *Centris* (*Heterocentris*) *terminata* Smith, 1874 (Hymenoptera, Apidae, Centridini), in an urban fragment of the Atlantic Forest. *Sociobiology*, v.64, n.3, p.292-300, 2017. doi: 10.13102/sociobiology.v64i3.1611.

MOURE, J.S. et al. Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. 2022. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

MENDES, F.N. et al. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* sp. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. *Biota Neotrop.*, v.11, n.4, p.103-115, 2011. doi: 10.1590/S1676-06032011000400011.

MICHENER, C.D. *The Bees of the World*. Baltimore; Johns Hopkins University Press, 2007.

MORO, M.F. et al. A Phylogeographical Metaanalysis of the Semiárido Caatinga Domain in Brazil. *Bot. Rev.*, v.82, n.2, p.1-59, 2016. doi: 10.1007/s12229-016-9164-z.

MORO, M.F.; MARTINS, F.R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo, p. 175-212. In: FELFILI, J.M. et al. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa: UFV, 2013.

NASCIMENTO JÚNIOR, J.M. et al. Fenologia e biologia floral de espécies de *Byrsonima* Rich. ex Kunth em área de caatinga na Bahia, Brasil. *Sci. Plena*, v.19, n.7, p. 070201, 2023. doi: 10.14808/sci.plena.2023.070201.

PAZ, J.R.L.D. et al. *Vespas aculeata* e abelhas visitantes de nectários extraflorais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* no semiárido baiano, Nordeste do Brasil. *Bol. Museu Biol. Mello*

Leitão, v.38, n.2, p.113-132, 2016.

PINHEIRO, M. et al. Polinização por abelhas: *Biologia da polinização*, p 183-214. In.: RECH, A.R. et al. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014.

POSSOBOM, C.C.F.; MACHADO, S.R. Elaiophores: their taxonomic distribution, morphology and functions. *Acta Bot. Brasilica*, v.31, n.3, p.503-524, 2017. doi: 10.1590/0102-33062017abb0088.

RABELO, L.S. et al. Larval food sources of *Centris* (*Heterocentris analis* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Apidae), an oil-collecting bee. *J. Nat. Hist.*, v.46, n.17-18, p.1129-1140, 2012. doi: 10.1080/00222933.2011.651798.

RENNER, S.S.; SCHAEFER, H. The evolution and loss of oil-offering flowers: new insights from dated phylogenies for angiosperms and bees. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, v.365, n.1539, p.423-435, 2010. doi: 10.1098/rstb.2009.0229.

RIBEIROE.K.M.D.etal. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. *Acta Bot. Bras.*, v.22, n.1, p.165-171, 2008. doi: 10.1590/S0102-33062008000100017.

ROSA, J.F.; RAMALHO, M. The spatial dynamics of diversity in Centridini bees: the abundance of oil-producing flowers as a measure of habitat quality. *Apidologie*, v.42, n.5, p.669-678, 2011. doi: 10.1007/s13592-011-0075-z.

SAKAGAMI, S.F. et al. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil: preliminary report. *J. Fac. Sci.*, v.18, n.1, p.57-127, 1967.

SANTANA, P.C.; IAMARA-NOGUEIRA, J. Evolução floral e ecologia da polinização. *Botânica no Inverno*, 5, p. 59-73, 2019.

SANTOS, J.V.dos. et al. Malpighiaceae in the Raso da Catarina Ecoregion, Bahia, Brazil. *Biota Neotrop.*, v.18, n.3, 2018. doi: 10.1590/1676-0611-BN-2017-0429.

SAZAN, M.S. et al. Oil collecting bees and *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. (Malpighiaceae) interactions: the prevalence of long-distance cross pollination driving reproductive success. *An. Acad. Bras. Cienc.*, v.86, p.347-358, 2014. doi: 10.1590/0001-3765201420130049.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. *Anais do Encontro Sobre Abelhas*, v. 4, p. 131-141, 2000.

SIQUEIRA, K.M.M.de. et al. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC.-Malpighiaceae). *Caatinga*, v.24, n.2, p.18-25, 2011.

SOUTHWOOD, T.R.E. *Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations*. New York: Chapman and Hall Publishers, 1984

TROVÃO, D.M.deB.M. et al. Espécies vegetais da caatinga associadas às comunidades de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis). *Caatinga*, v.22, n.3, p.136-143, 2009.

VILAS BOAS, C. et al. Two sympatric *Byrsonima* species (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive patterns. *Flora: Morphol. Distrib. Funct. Ecol.*, v.208, n.5-6, p.360-369, 2013. doi: 10.1016/j.flora.2013.05.003.