



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

LARYSSON FEITOSA DOS SANTOS

**FONTES ALIMENTARES PARA ABELHAS MAMANGAVA (APIDAE:
XYLOCOPINI: XYLOCOPA) NO LITORAL CEARENSE**

FORTEZA

2024

LARYSSON FEITOSA DOS SANTOS

FONTES ALIMENTARES PARA ABELHAS MAMANGAVA (APIDAE: XYLOCOPINI:
XYLOCOPA) NO LITORAL CEARENSE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. PhD Breno Magalhães Freitas
Coorientadora: Ma. Vitória Inna Mary de Sousa
Muniz

FORTALEZA

2024

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)

- S236f Santos, Larysson Feitosa dos.
Fontes alimentares para abelhas Mamangava (Apidae: Xylocopini: Xylocopa) no litoral cearense /
Larysson Feitosa dos Santos. – 2024.
37 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.
Coorientação: Profa. Ma. Vitória Inna Mary de Sousa Muniz.
1. Abelhas carpinteira. 2. Polinização. 3. Palinologia. 4. Nicho trófico. 5. Interações. I. Título.
CDD 636.08
-

LARYSSON FEITOSA DOS SANTOS

FONTES ALIMENTARES PARA ABELHAS MAMANGAVA (APIDAE: XYLOCOPINI:
XYLOCOPA) NO LITORAL CEARENSE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 29/07/2024.

BANCA
EXAMINADORA

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

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

Dr. Marcelo Casimiro Cavalcante (Conselheiro)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

À minha família, por sempre me apoiar e mostrar que o conhecimento é libertador e o único caminho para a verdadeira prosperidade.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, por toda estrutura e oportunidade concedidas ao longo da graduação.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa e por auxiliar na realização da pesquisa.

Ao Prof. PhD Breno Magalhães Freitas e ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino, pela orientação, oportunidades e principalmente pela amizade construída ao longo de todos esses anos.

Ao Prof. Dr. Marcelo Casimiro Cavalcante, pela parceria e por acreditar em meu potencial, proporcionando grandes oportunidades e vivências no mundo das abelhas.

À Prof. Dra. Favízia Freitas de Oliveira, por identificar as abelhas da presente pesquisa.

Ao Dr. José Elton de Melo Nascimento, por identificar os tipos polínicos da presente pesquisa.

Ao Dr. Leonardo Gurgel, responsável técnico pelo laboratório de abelhas da UFC, dedico grande apreço e reconhecimento por sempre ter me prestado apoio quando solicitado.

Aos amigos do laboratório de abelhas da Universidade Federal do Ceará, Ana Vitória, Arianne Moreira, Conceição Parente, David Rezende, Epifânia Rocha, Felipe Jackson, Felipe Monteiro, Letícia Paiva, Paloma Eleutério e Renan Esmeraldo, obrigado pela parceria e convívio ao longo desses anos.

Aos ex membros do Grupo de Pesquisas com Abelhas da UFC, Hiara Meneses, Jânio Felix, João Paulo, Elton Melo, Felipe Rosa, Venâncio e Artur, obrigado por me acolherem ao chegar no grupo e pelo repasse dos primeiros ensinamentos que obtive sobre abelhas.

À Milena Alves, obrigado pela amizade e parceria que, mesmo à distância, se manteve ao longo de todos esses anos.

Em especial, agradeço aos amigos Pedro de Assis e Vitória Muniz, por sempre se fazerem presentes tanto na minha vida acadêmica, como pessoal. O apoio e parceria de vocês foi essencial para a minha trajetória. Vocês foram imensamente especiais e necessários ao meu ciclo.

Aos amigos de curso Sávio Levy, Thatila Ellinna e Luna Monielly, sou extremamente grato a vocês por terem tornado esses anos de graduação mais leves e divertidos.

Aos colegas de turma, Ana Beatriz, Milena Costa, Rafaela Pantuzzi, Marcos Albuquerque, Vitoria de Fátima, Lucas Brendo, Jaime Bernardo, Sarah Queiroz e Letícia Abreu, agradeço por compartilharem comigo todos esses anos de Zootecnia na UFC.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, especialmente aos professores Pedro Watanabe e Aderson Viana, obrigado por serem tão atenciosos e pacientes com todos os alunos do curso.

Aos servidores técnico administrativos Clécio, Marcelo e Roberta, sou grato pelo desempenho e compromisso que vocês tiveram em sempre estarem dispostos a me ajudar. Vocês são incríveis.

À família Feitosa, minha família, por sempre se fazerem presentes nos melhores e piores momentos da vida.

Em especial, agradeço à três mulheres que, juntas, me fizeram ser quem sou hoje, Lalá Feitosa (avó), Katiana Feitosa (mãe) e Laryssa Feitosa (irmã), obrigado por nunca desistirem de mim e por sempre tranquilizarem o meu espírito durante toda essa trajetória acadêmica. Vocês foram e continuam sendo cruciais para a vitória e alcance de todas as minhas conquistas.

Aos meus sobrinhos, Maitê Feitosa e Rhuan Mendonça. O amor que emana de vocês me faz acreditar em um futuro cada vez melhor.

Por fim, *In memoriam*, agradeço a grandes nomes que passaram pelo meu caminho, mas que o destino resolveu não prolongar suas trajetórias, Cita Feitosa (Tia), Lindomar Ferreira (pai), Ildo Lima (avô) e Seu Ximenes (amigo). Sou extremamente grato pela passagem de vocês em minha vida.

"O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem."

- Guimarães Rosa –

RESUMO

Mamangavas são abelhas grandes e robustas que possuem grande potencial para a polinização de culturas agrícolas. No entanto, pouco se sabe sobre os recursos tróficos que essas abelhas necessitam para se manter e estabelecer populações nessas áreas. Dito isso, o presente trabalho teve como objetivo conhecer as plantas que esses insetos coletam como fonte de recursos alimentares no litoral cearense. Com base nos resultados encontrados, a análise do nicho trófico de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp. mostrou que esses insetos visitaram 29 espécies botânicas, distribuídas em 23 gêneros e 9 famílias. *Solanum paniculatum*, *Libidibia ferrea*, *Leucaena leucocephala*, *Macroptilium* sp., *Moringa oleifera*, *Dioclea grandiflora*, *Tecoma stans*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Ziziphus platyphylla* e *Senna* sp. 1 foram comuns ao nicho das 4 espécies de abelhas. *X. cearensis* apresenta similaridade de nicho trófico importante com as outras três espécies de mamangava. A presença de plantas comuns e exclusivas nas dietas das abelhas sugere estratégias adaptativas e preferências alimentares específicas para esse grupo. Levando-se em consideração a participação de cada uma das plantas na dieta das *Xylocopa*, *Solanum paniculatum*, *Libidibia ferrea*, *Moringa oleifera*, *Genipa americana*, *Ziziphus platyphylla*, *Syzygium malaccense*, *Senna* sp. 1 e *Senna* sp. 2 podem ser utilizadas no enriquecimento de áreas de borda em matrizes agrícolas para atração e manutenção desses polinizadores.

Palavras-chave: Abelhas carpinteira; polinização; palinologia; nicho trófico; interações.

ABSTRACT

Mamangavas are large and robust bees that have great potential for pollinating agricultural crops. However, little is known about the trophic resources these bees need to maintain and establish populations in these areas. That said, the aim of this study was to learn about the plants that these insects collect as a source of resources on the coast of Ceará. Based on the results found, the analysis of the trophic niche of *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* and *Xylocopa* sp. showed that these insects visited 29 botanical species, distributed in 23 genera and 9 families. *Solanum paniculatum*, *Libidibia ferrea*, *Leucaena leucocephala*, *Macroptilium* sp., *Moringa oleifera*, *Dioclea grandiflora*, *Tecoma stans*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Ziziphus platyphylla* and *Senna* sp. 1 were common to the niche of the 4 bee species. *X. cearensis* shows significant trophic niche similarity with the other three mamangava species. The presence of common and exclusive plants in the bees' diets suggests adaptive strategies and specific food preferences for this group. Taking into account the participation of each plant in the diet of the *Xylocopa*, *Solanum paniculatum*, *Libidibia ferrea*, *Moringa oleifera*, *Genipa americana*, *Ziziphus platyphylla*, *Syzygium malaccense*, *Senna* sp. 1 and *Senna* sp. 2 can be used in the enrichment of edge areas in agricultural matrices to attract and maintain these pollinators.

Keywords: Carpenter bee; pollination; palinology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área experimental. A: Mapa do Estado do Ceará; B: Mapa da Cidade de Fortaleza; C: Divisão espacial das áreas e pontos de coleta do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.
.....16

Figura 2 - Espécies de abelhas carpinteiras encontradas no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. A: *Xylocopa frontalis*; B: *Xylocopa grisescens*; C: *Xylocopa* sp.; D: *Xylocopa cearensis*. 17

Figura 3 - Fotomicrografias de grãos de pólen representantes de 6 espécies botânicas: (A) *Solanum paniculatum* (Solanaceae), (B) *Syzygium malaccense* (Myrtaceae), (C) sp. 5 (Fabaceae), (D) *Desmodium* sp. (Fabaceae), (E) *Mimosa caesalpinifolia* (Fabaceae) e (F) *Moringa oleifera*.
..... 35

Figura 4 - Fotomicrografias de grãos de pólen representantes de 6 espécies botânicas: (A) *Dioclea grandiflora* (Fabaceae), sp. 1 (B) (Melastomataceae), (C) *Zizipus platyphyla* (Rhamnaceae), (D) *Mimosa candollei* (Fabaceae), (E) *Tecoma stans* (Bignoniaceae) e (F) *Passiflora* sp.
..... 36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frequência (%) das Famílias Botânicas presentes nos corpos de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp.

..... 21

Gráfico 2 - Rede de interações entre abelhas *Xylocopa* e plantas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza – CE durante o período de menor intensidade de chuvas. 25

Gráfico 3 - Rede de interações entre abelhas *Xylocopa* e plantas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza – CE durante o período de maior intensidade de chuvas. 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência dos tipos polínicos nos períodos de menor e maior intensidade de chuvas na dieta de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp.
..... 23

Tabela 2 - Sobreposição par a par de nicho polínico no período de menor intensidade de chuvas. Quanto mais próximo a 1,0, maior é a sobreposição de recursos polínicos entre duas espécies.
..... 27

Tabela 3 – Sobreposição par a par de nicho polínico no período de maior intensidade de chuvas. Quanto mais próximo a 1,0, maior é a sobreposição de recursos polínicos entre duas espécies.
..... 27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ocorrência de tipos polínicos na dieta das abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp. no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

..... 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Período e local de estudo	18
2.2 Caracterização das espécies de abelhas do estudo.....	19
2.3 Coleta de Abelhas	20
2.4 Amostragem dos grãos de pólen.....	21
2.5 Montagem de Abelhas	22
2.6 Análise estatística	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1 Diversidade polínica.....	23
3.2 Frequência e classificação dos tipos polínicos	24
3.3 Rede de interações tróficas	26
3.4 Sobreposição de nicho trófico	30
4. CONCLUSÕES	33
5. REFERÊNCIAS	34
6. APÊNDICE	38

1. INTRODUÇÃO

As abelhas são os principais agentes polinizadores em todo o mundo, responsáveis pela reprodução da maioria das plantas silvestres e cultivadas pelo homem (IPBES, 2016). *Apis mellifera* é a principal espécie manejada para a polinização de culturas agrícolas em todo o globo (Aizen *et al.*, 2009), no entanto, já é constatado as perdas significativas dessas colônias, causada por diversos fatores como a monocultura, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, as doenças e parasitas, as mudanças climáticas e principalmente a diminuição na diversidade de recursos alimentares (Goulson *et al.*, 2015).

Essa situação vem ressaltando a necessidade de estudos que viabilizem a diversificação e a permanência de outras espécies de abelhas nessas paisagens, como as solitárias que possuem grande potencial para polinização agrícola. Pesquisas de base, como aquelas sobre os recursos tróficos necessários à manutenção desse grupo de abelhas podem auxiliar em protocolos de manejo dessas espécies em ambientes agrícolas.

Além do mais, as paisagens agrícolas, em parte, tornaram-se cenários homogêneos que fornecem baixa diversidade de recursos para atração e manutenção de polinizadores (Carvalho *et al.*, 2013; Kennedy *et al.*, 2013). Logo, fornecer informações sobre quais tipos de recursos tróficos (pólen e néctar) podem ser manejados e ofertados a esses indivíduos facilitará sua introdução e permanência nesses ambientes.

Nesse contexto, as abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802 apresentam um grande potencial para serem utilizadas em culturas agrícolas, uma vez que são polinizadoras eficientes de uma ampla variedade de cultivos agrícolas e por já se conhecer técnicas de criação e manejo para algumas delas. Um exemplo notável é o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) para o qual demonstram alta eficácia na polinização cruzada devido ao seu tamanho e comportamento (Roubik, 1995; Freitas *et al.*, 2017).

Ademais, no mundo, existem aproximadamente 400 espécies do gênero *Xylocopa*, distribuídas em 31 subgêneros, embora estimativas afirmam que novas descobertas possam elevar esse grupo para mais de 700 espécies (Silveira *et al.* 2002).

No Brasil, são conhecidas cerca de 50 espécies que polinizam, além do maracujá-amarelo, diversas outras culturas de interesse agrícola, tais como: urucum (*Bixa orellana* L.), melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Mansf.), melão (*Cucumis melo* L.), tomate (*Solanum lycopersium* L.), café (*Coffea spp.*), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), pitaias (*Hylocereus spp.* e *Selenicereus spp.*) e mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.) (Farias-Silva *et al.*, 2024).

As abelhas *Xylocopa* são popularmente conhecidas como abelhas carpinteiras. As espécies desse grupo são robustas e de grande porte, com distribuição geográfica em todos os continentes, sendo mais comuns em regiões tropicais e neotropicais do globo e menos comuns em zonas temperadas (Hurd, 1978; Michener, 2007). As fêmeas dessas espécies possuem hábitos de nidificação estritamente solitário ou solitário facultativo, em que as fêmeas de diferentes estágios reprodutivos podem habitar o mesmo ninho (Sakagami e Laroca, 1971; Hogendoorn e Velthuis, 1993; Pereira e Garófalo, 2010; Richards, 2011; Duff *et al.*, 2023). Costumam nidificar em material vegetal morto ou apodrecido, ou em cavidades pré-existentes (Hurd, 1958). Além disso, são consideradas abelhas poliléticas, já que sua dieta se baseia na coleta de recursos de uma grande diversidade de espécies botânicas (Roubik, 1995).

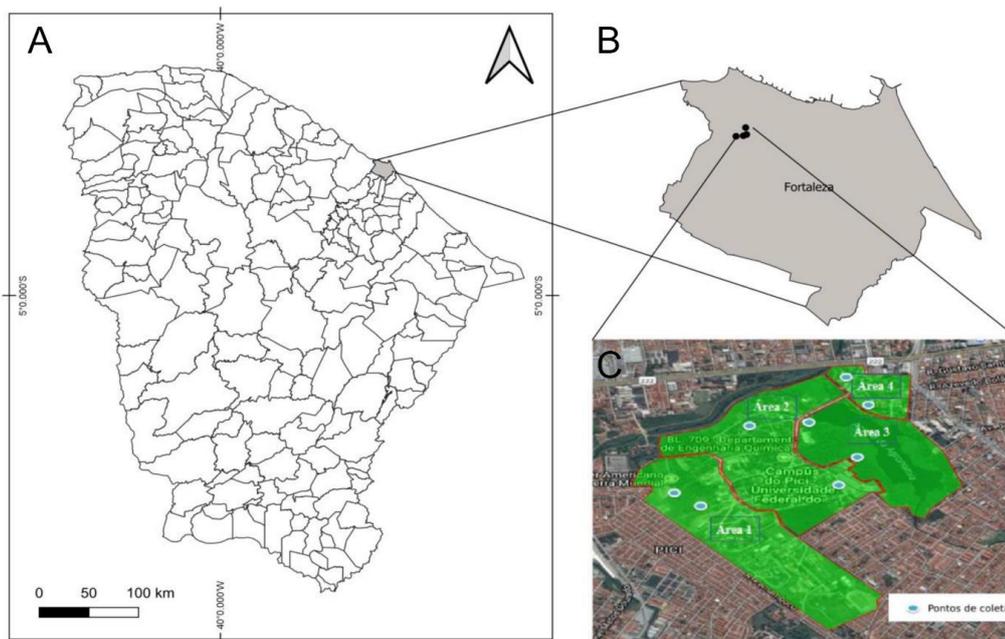
Por fim, essas abelhas são resilientes às mudanças na paisagem, sobrevivendo em áreas urbanizadas e agrícolas. Devido à sua importância como polinizadoras e ao conhecimento estabelecido sobre seu manejo, estudar a origem floral do pólen que coletam é crucial. Isso fornece informações sobre a diversidade de recursos alimentares que utilizam e serve como base para protocolos de manejo visando a polinização agrícola. Assim, este estudo teve como objetivo investigar a origem floral do pólen coletado por quatro espécies de *Xylocopa* em área litorânea cearense, a fim de identificar quais plantas poderiam ser manejadas em áreas agrícolas para otimizar o serviço ecossistêmico proporcionado por essas abelhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Período e local de estudo

A pesquisa foi conduzida de setembro de 2020 a junho de 2021, com coletas divididas em dois períodos distintos: o primeiro, de setembro de 2020 a janeiro de 2021, marcado como um período mais seco e o segundo, de fevereiro a junho de 2021, caracterizado como período chuvoso. As amostragens foram realizadas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará ($3^{\circ}44'33.70''$ S, $38^{\circ}34'45.46''$ O). O clima da região é classificado como Tropical Quente Subúmido, segundo Köppen (1918), com a estação chuvosa mais intensa ocorrendo de janeiro a maio. A área de estudo pertence ao Complexo Vegetacional de Zona Litorânea, especificamente a Mata de Tabuleiro (IPECE, 2017), e abriga uma rica diversidade de espécies botânicas nativas e exóticas utilizadas para paisagismo, enriquecendo ainda mais a pesquisa.

Figura 1 – Localização da área experimental. A: Mapa do Estado do Ceará; B: Mapa da Cidade de Fortaleza; C: Divisão espacial das áreas e pontos de coleta do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

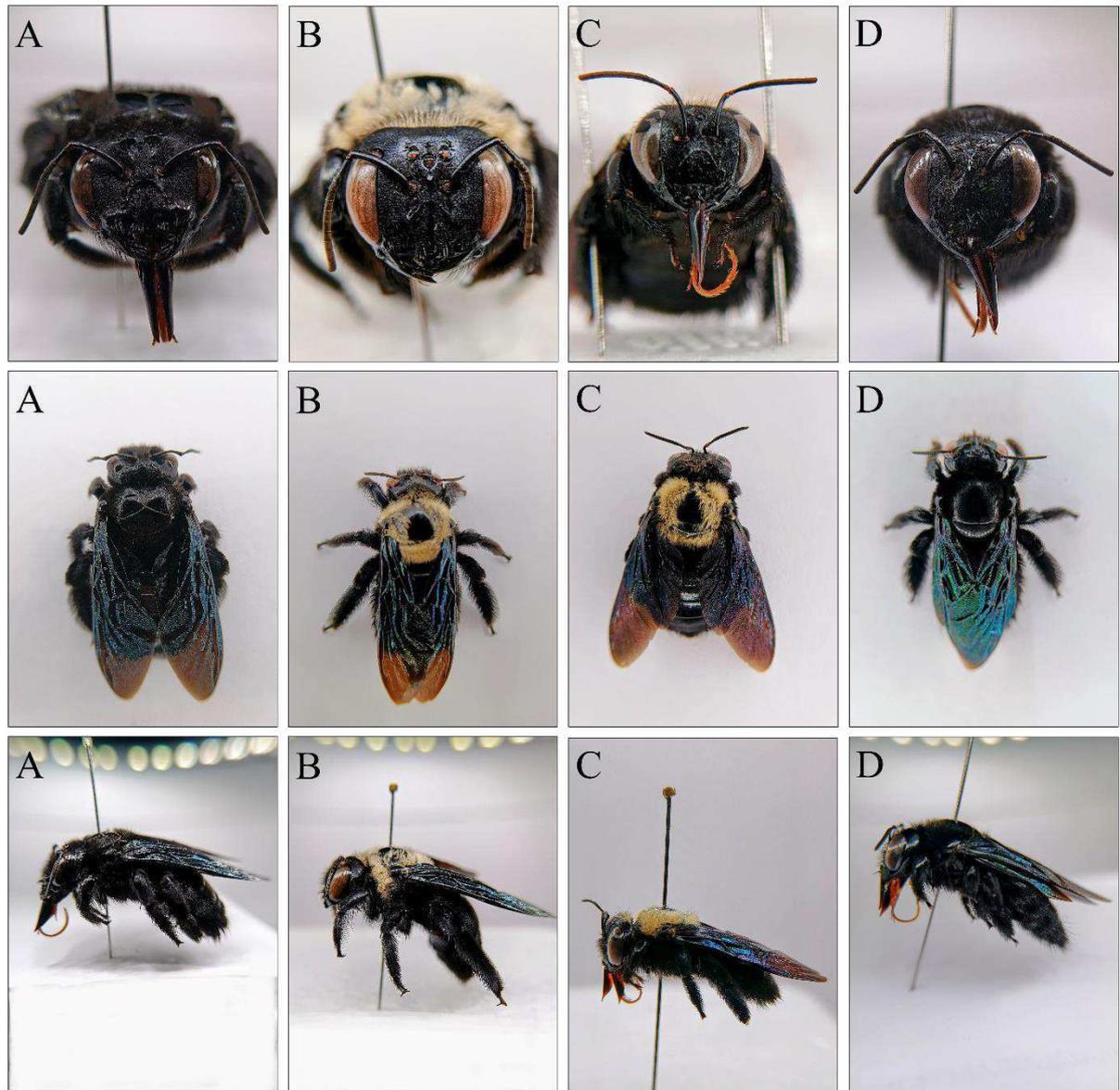


Fonte: Autor

2.2 Caracterização das espécies de abelhas do estudo

No Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, são encontradas quatro espécies de abelhas carpinteiras. A primeira é a *Xylocopa frontalis* (Figura 1A), medindo cerca de 3 cm de comprimento. As fêmeas possuem o corpo totalmente preto e têm uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo na maior parte da região neotropical continental. A segunda espécie é a *Xylocopa grisescens* (Figura 1B), cujas fêmeas têm o dorso do tórax coberto por pelos amarelo esbranquiçados e o restante do corpo preto. Elas também medem cerca de 3 cm de comprimento e são amplamente distribuídas no Brasil, com ocorrências no Paraguai. A terceira espécie é a *Xylocopa cearensis* (Figura 1C), a menor entre as quatro, com cerca de 1,9 cm de comprimento. As fêmeas possuem pelos amarelos esbranquiçados no dorso do tórax e essa espécie possui ampla distribuição na região Nordeste do Brasil. Por fim, há uma espécie de *Xylocopa* (Figura 1D) que não foi identificada. Esses exemplares são menores que *X. frontalis* e *X. grisescens*, mas um pouco maiores que *X. cearensis*, medindo aproximadamente 2,2 cm de comprimento. Sua distribuição geográfica é desconhecida, mas dentro da área de estudo sua população está bem estabelecida.

Figura 2 - Espécies de abelhas carpinteiras encontradas no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. A: *Xylocopa frontalis*; B: *Xylocopa grisescens*; C: *Xylocopa cearensis*.; D: *Xylocopa* sp.



Fonte: Autor

2.3 Coleta de Abelhas

A coleta das abelhas foi realizada uma vez por mês, começando às 05h30 e terminando às 17h30, seguindo a metodologia adaptada de Sakagami et al. (1967), percorrendo-se um transecto de dez quilômetros que, ao final do experimento, totalizou um esforço amostral total de 100 quilômetros dentro da área do Campus do Pici. As capturas foram feitas em plantas

focais onde já se era conhecida a interação com as abelhas *X. frontalis*, *X. grisescens*, *X. sp.* e *X. cearensis*. Ao longo de todo o percurso, o coletador em cada planta focal aguardava o espécime no momento de sua visita à flor para então captura-lo com auxílio de rede entomológica. Imediatamente, após a coleta de cada amostra, as abelhas eram sacrificadas com acetato de etila e acondicionadas, individualmente, em tubos do tipo Falcon® contendo álcool 70%, sendo devidamente etiquetadas com informações como: data, horário de coleta, área e espécie de planta onde foi capturada.

2.4 Amostragem dos grãos de pólen

Em laboratório, as abelhas coletadas em campo foram cuidadosamente retiradas individualmente de seus tubos e preparadas para o processo de montagem. Os tubos Falcon® utilizados para a coleta continham álcool, que, por sua vez, continha os grãos de pólen que se desprenderam do corpo das abelhas durante o transporte. Esta solução de lavagem foi então submetida ao processo de acetólise, seguindo a metodologia de Erdtman (1960), mas com adaptações necessárias.

Inicialmente, foi observada que as primeiras amostras que visualmente não apresentavam manchas de pólen aderidas ao corpo das abelhas, resultavam em uma quantidade muito baixa de grãos após a acetólise e a montagem das lâminas. Isso dificultava significativamente a análise no microscópio. Para resolver esse problema, o protocolo original foi modificado. A homogeneização da amostra com bastões de vidro e a etapa de lavagem e descarte da solução final, realizadas para retirar os resíduos da acetólise, foram removidas. Essas etapas estavam causando a perda de grãos de pólen das amostras. As adaptações feitas no protocolo, embora significativas, não interferiram nos dados finais. Pelo contrário, permitiram uma melhor recuperação dos grãos de pólen, facilitando a análise e proporcionando resultados mais precisos.

Depois de acetolizadas as amostras, foram preparadas lâminas em duplicata de cada abelha para análise microscópica, onde então se fez a identificação dos grãos de pólen presentes no corpo desses indivíduos por meio da comparação com o material polínico de referência, depositado na Palinoteca do Setor de Abelhas da Universidade Federal do Ceará. Por fim, foi realizada uma análise quantitativa onde se contavam 400 grãos de pólen de cada duplicata de lâmina/abelha, seguindo a metodologia de Montero e Tormo (1990). A porcentagem de cada espécie botânica de pólen foi classificada de acordo com a proposta de Maurizio e Louveaux (1965) onde se categoriza tipos polínicos em: pólen dominante (> 45% do total de grãos), pólen

acessório (entre 15 e 45%), pólen importante isolado (entre 3 e 15%) e pólen ocasional (até 3%).

2.5 Montagem de Abelhas

A montagem dos espécimes foi conduzida no Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. As amostras foram montadas com alfinete entomológico, levadas para a estufa e secadas a uma temperatura de 40°C por um período de um a dois dias, para permitir a conservação dos espécimes (Silveira et al., 2002). A partir disso, foram etiquetadas e algumas amostras foram enviadas para identificação taxonômica pela Dra. Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A maior parte dos espécimes coletados durante a pesquisa foram depositadas na coleção especializada do próprio Laboratório.

2.6 Análise estatística

Para analisar a sobreposição de nicho entre as espécies de abelhas carpinteiras foi utilizado o índice de Pianka. Essa métrica é amplamente reconhecida na literatura por avaliar a sobreposição de recursos entre diferentes espécies (Pianka, 1973). As análises estatísticas foram realizadas no ambiente de programação R, utilizando os pacotes EcoSimR (Gotelli e Ellison, 2013) e vegan (Oksanen et al., 2020). O pacote EcoSimR foi fundamental para calcular os índices de sobreposição de nicho, enquanto o pacote vegan forneceu ferramentas adicionais para análise de dados ecológicos. Além disso, o pacote ggplot2 (Wickham, 2016) foi empregado para criar gráficos para os índices de sobreposição par-a-par e para a frequência de famílias botânicas presentes nos grãos de pólen no corpo das abelhas. Essa abordagem permitiu uma análise robusta da sobreposição de nicho, facilitando a interpretação e comunicação dos dados. Por fim, as análises de redes de interação foram construídas utilizando os pacotes Bipartite e Circlize.

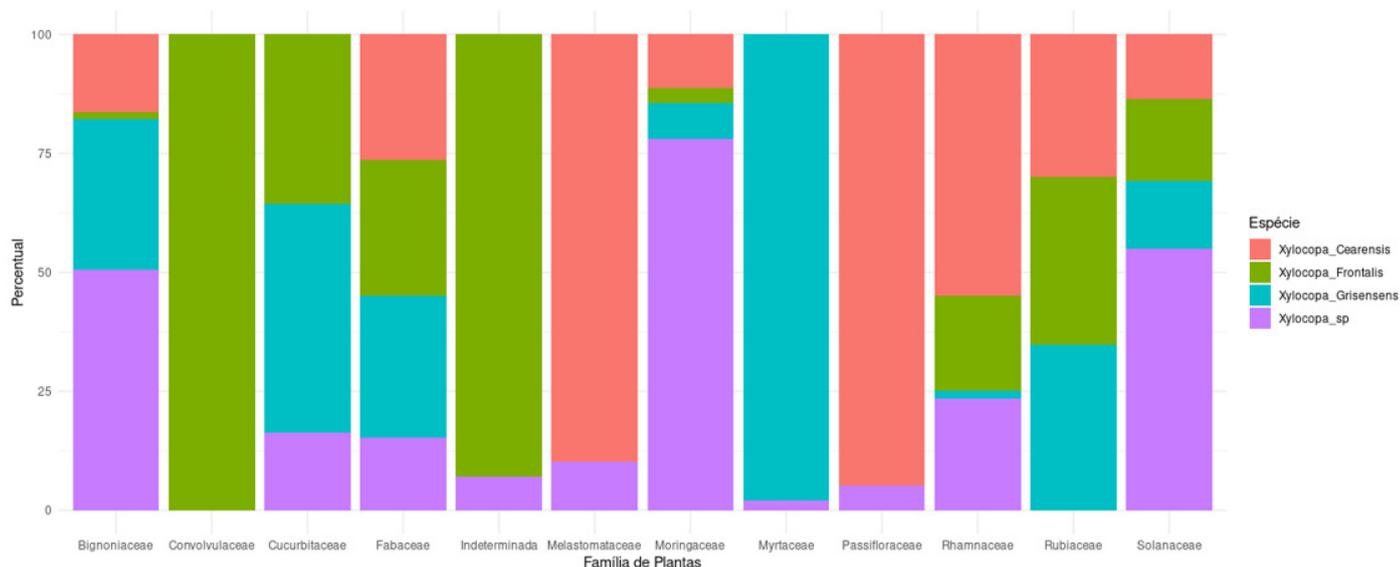
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diversidade polínica

Ao longo de todo o período foram encontrados no corpo das quatro espécies de abelhas, grãos de pólen de 29 espécies botânicas pertencentes a 11 famílias (Gráfico 1): **Bignoniaceae** (*Tecoma stans*), **Convolvulaceae** (*Ipomoea* sp.), **Cucurbitaceae** (*Momordica charantia*), **Melastomataceae** (sp. 1), **Moringaceae** (*Moringa oleifera*), **Myrtaceae** (*Syzygium malaccense* e *Psidium guajava*), **Passifloraceae** (*Passiflora* sp.), **Rhamnaceae** (*Adenanthera pavonina*), **Rubiaceae** (*Genipa Americana*), **Solanaceae** (*Solanum paniculatum*), **Fabaceae** (*Leucaena leucocephala*, *Libidibia ferrea*, *Bauhinia* sp., *Macroptilium* sp., *Dioclea grandiflora*, *Desmodium* sp., *Mimosa candolei*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Centrosema brasilianum*, *Crotalaria* sp., *Clitoria ternatea*, *Adenanthera pavonina*, *Senna* sp. 1 e *Senna* sp. 2). Dois tipos polínicos não foram possíveis de serem identificados a nível de família e nem a nível de gênero ou espécie, sendo então denominadas de sp. 2. e sp. 4, além de uma espécie de *Melastomataceae* e duas de *Fabaceae*, denominadas de sp. 1, sp. 3 e sp. 5, respectivamente.

Fabaceae foi a família mais representativa em relação à quantidade de espécies (n=16) e também a família com maior participação no nicho trófico das quatro espécies de abelhas. Outros trabalhos realizados na Região Nordeste também encontraram essa família como a mais representativa na alimentação de espécies do gênero *Xylocopa* (Almeida, 2016; Ferreira, 2023). No geral, essa família é muito importante para os polinizadores nativos devido à sua grande abundância e distribuição por todo o território brasileiro, além de ofertar pólen e néctar em grande quantidade ao longo de todo o dia (Ribeiro *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2000; Kleinert *et al.*, 2004; Müller *et al.*, 2007; Mendonça *et al.*, 2008; Rosas-Guerrero *et al.*, 2014; Kuhlmann e Ribeiro, 2016).

Gráfico 1 – Frequência (%) das Famílias Botânicas presentes no corpo de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp.



Fonte: Autor

3.2 Frequência e classificação dos tipos polínicos

Com base nos resultados de frequência polínica apresentados na Tabela 1, as amostras de *Xylocopa frontalis* durante o período seco mostraram uma grande diversidade de espécies botânicas (n=17) que compõem o nicho florístico desses indivíduos. No entanto, *S. paniculatum* (43,08%) e *Senna* sp. 1 (20,72%) foram considerados pólen acessório de maior dominância, segundo a classificação de Maurizio & Louveaux (1965), compondo mais de 50% da dieta dessas abelhas. Os outros tipos polínicos (n=15) também contribuíram, mas em níveis mais baixos.

Durante o período chuvoso, *Senna* sp. 1 (27,33%) manteve-se como pólen acessório, enquanto *S. paniculatum* (11,74%) passou a ser considerado pólen isolado importante. Apesar de se observar uma menor diversidade de espécies botânicas (n=13), a contribuição de cada planta foi maior em comparação com o período seco, onde apenas duas espécies representaram quase a totalidade dos recursos coletados por *X. frontalis*.

No período de menor intensidade de chuvas, as abelhas *Xylocopa* podem concentrar sua fonte de alimento em apenas uma planta devido à menor disponibilidade geral de recursos florais. Por outro lado, durante o período chuvoso, a disponibilidade de recursos florais aumenta

significativamente. Com mais plantas florescendo, as abelhas *Xylocopa* podem diversificar suas fontes de alimento, aproveitando a variedade de pólen e néctar disponíveis, resultando em uma maior diversidade de nutrientes, o que pode melhorar o desenvolvimento das crias (Roulston e Cane, 2000). Além disso, esse padrão de coleta mais heterogêneo no período chuvoso ajuda a reduzir a pressão sobre espécies únicas de plantas, promovendo uma coleta mais equilibrada e eficiente de recursos.

Para *Xylocopa griseascens*, foram identificadas 17 espécies botânicas durante o período seco. Assim como para *X. frontalis*, *S. paniculatum* (27,17%), *Senna* sp. 1 (17,60%), e *Crotalaria* sp. (19,00%) foram os principais pólenes acessórios, com mais de 50% da dieta proveniente de um número limitado de plantas. No período chuvoso, apenas 11 tipos polínicos foram encontrados, dos quais 10 foram classificados como importantes (com contribuições entre 3% e 14%), enquanto *Senna* sp. 1 (21,89%) continuou sendo um pólen acessório.

Nas análises feitas em *Xylocopa cearensis* no período seco, foi encontrado pólen de 19 espécies, sendo os mais representativos, *S. paniculatum* (15,01%), *M. oleifera* (16,06%), *Z. platyphyla* (25,89%) e *Senna* sp. 1 (15,74%), classificados como pólen acessório. Já para o período chuvoso, o número de espécies botânicas reduz para apenas 12, sendo *Senna* sp. 1 (32,88%) e *S. paniculatum* (16,71%) as mais importantes, classificadas como pólen acessório, enquanto *Macroptilium* sp. (9,97%), *G. americana* (6,60%), *M. oleifera* (10,49%), *Z. platyphyla* (8,63%) e *Senna* sp. 2 (9,06%) como pólen isolado importante. *X. cearensis* apresentou um nicho trófico bem diversificado e heterogêneo em ambos os períodos.

Em *Xylocopa* sp., o padrão de coleta é totalmente adverso se comparado às outras três espécies. No período seco, *X. sp.* coletou 21 espécies botânicas, no entanto, *M. oleifera* (61,41%) e *S. paniculatum* (26,97%) representaram quase que a totalidade da coleta de recursos polínicos dessas abelhas. Enquanto as outras espécies botânicas tiveram participações que variaram de 0,01% a 3,82%, classificadas como pólen ocasional. Esse resultado demonstra a estreita relação e o alto grau de dependência desses indivíduos principalmente com a *M. oleifera*, uma espécie exótica.

No período chuvoso, *Xylocopa* sp. coletou apenas 9 espécies, onde, comparada ao período seco, a porcentagem de *M. oleifera* recuou para 13,72%, enquanto *S. paniculatum* passou a representar 49,84% dos grãos de pólen encontrados no corpo dessas abelhas. Além disso, como visto nas outras *Xylocopa*, apesar da variedade de plantas coletadas ser menor, há uma maior contribuição percentual de cada espécie botânica dentro do nicho florístico.

Tabela 1 – Frequência dos tipos polínicos nos períodos de menor e maior intensidade de chuvas na dieta de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp.

Tipo Polínico	Percentual de participação dos tipos polínicos na dieta de abelhas <i>Xylocopa</i> (%)							
	<i>Xylocopa frontalis</i>		<i>Xylocopa grisescens</i>		<i>Xylocopa cearensis</i>		<i>Xylocopa</i> sp.	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
<i>Solanum paniculatum</i>	43,08	11,74	27,17	11,92	15,01	16,71	26,97	49,84
<i>Leucaena leucocephala</i>	8,76	0,00	10,63	0,00	1,91	0,00	0,80	0,00
<i>Libidibia ferrea</i>	1,04	3,46	1,57	11,62	0,00	0,00	0,10	0,87
<i>Bauhinia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sp. 1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	1,01	0,11	0,00
sp. 2	1,33	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
<i>Macrotilium</i> sp.	0,06	0,00	1,94	5,06	6,15	9,97	0,10	0,00
<i>Genipa americana</i>	4,35	5,68	1,62	6,77	0,03	6,60	0,00	0,00
<i>Moringa oleifera</i>	0,15	5,26	8,19	8,89	16,06	10,49	61,41	13,72
<i>Passiflora</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	2,28	0,08	0,00
<i>Dioclea grandiflora</i>	0,00	3,74	0,61	0,00	0,13	0,08	3,82	0,01
sp. 3	0,00	0,00	0,00	4,36	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Desmodium</i> sp.	0,70	2,24	0,00	0,00	1,81	0,82	1,65	5,06
<i>Mimosa candollei</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00
<i>Tecoma stans</i>	0,06	0,00	1,04	0,00%	0,51	0,00	0,47	0,00
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	1,18	0,00	0,02	0,00	2,45	1,48	0,02	0,00
<i>Centrosema brasilianum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,03	0,00
<i>Ziziphus platyphylla</i>	7,62	5,07	1,23	0,00	25,89	8,63	0,48	9,39
<i>Psidium guajava</i>	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Momordica charantia</i>	1,84	4,82	0,34	7,58	0,00	0,00	0,09	2,43
<i>Crotalaria</i> sp.	3,75	8,79	19,00	8,07	0,00	0,00	0,18	2,08
sp. 4	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Clitoria ternatea</i>	0,00	5,30	0,00	0,00	0,02	0,00	0,83	0,00
<i>Ipomoea</i> sp.	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sp. 5	0,00	0,00	2,56	0,00	0,60	0,00	0,94	0,00
<i>Syzygium malaccense</i>	0,00	0,00	2,54	9,37	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Anadenanthera pavonina</i>	0,00	0,00	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Senna</i> sp. 1	20,72	27,33	17,60	21,89	15,74	32,88	1,78	16,61
<i>Senna</i> sp. 2	4,45	14,55	1,85	4,48	10,50	9,06	0,00	0,00

Fonte: Autor

3.3 Rede de interações tróficas

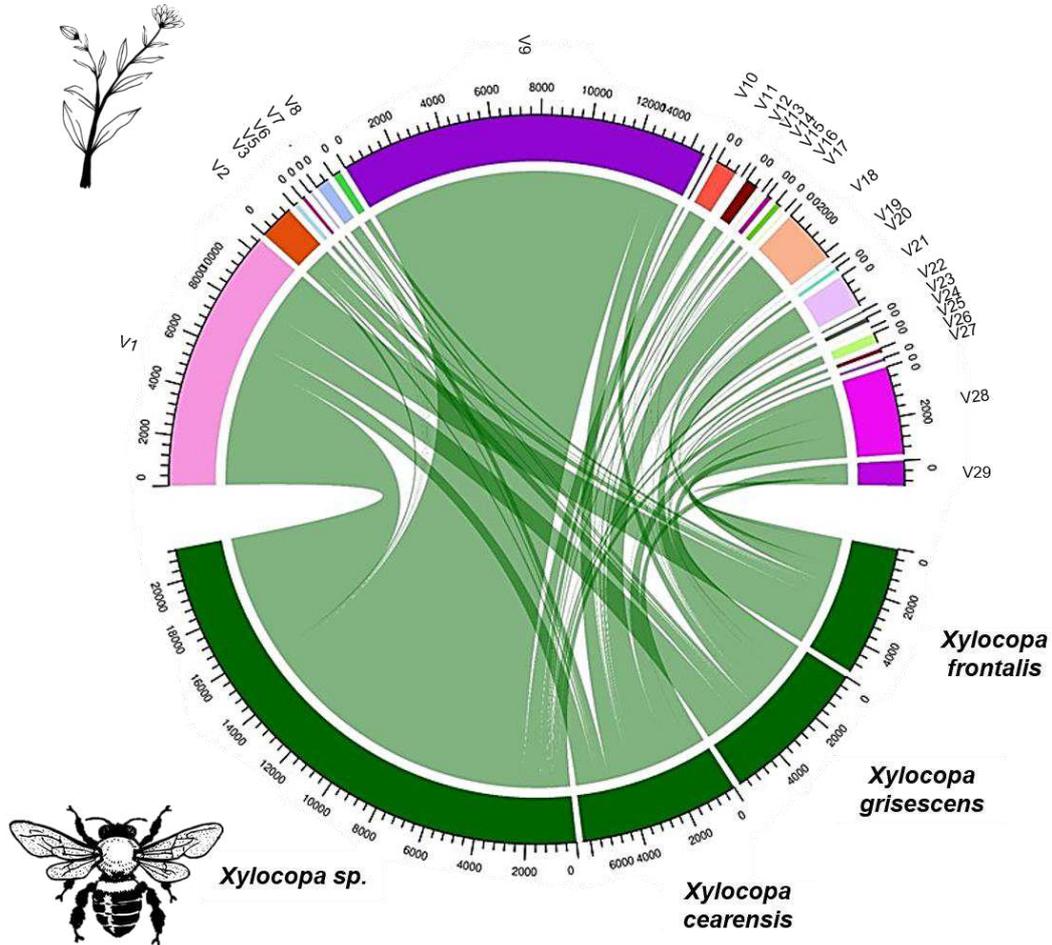
As redes de interações tróficas foram construídas para os períodos de menor e maior intensidade de chuvas dos meses de setembro de 2021 a junho de 2022 e representadas por gráficos circulares, demonstrando as relações entre 4 espécies do gênero *Xylocopa* interagindo com 29 tipos polínicos ao longo de todo o período de pesquisa (Gráficos 2 e 3).

Na rede de interações para o período seco, as abelhas fizeram interações com as 29 espécies botânicas, enquanto que no período chuvoso as interações ocorreram com apenas 19 espécies.

A dieta das quatro espécies de abelhas difere entre si nos dois períodos, porém, essa diferença é mais pronunciada no período de menor intensidade de chuvas (Gráfico 2), onde, apesar de apresentar interações tróficas com uma maior diversidade de espécies botânicas, a intensidade de coleta de recursos concentra-se em poucas. Por exemplo, *Xylocopa* sp., praticamente concentra suas interações em dois tipos polínicos, *Solanum paniculatum* e *Moringa oleifera*.

Já para o período de maior intensidade de chuvas, a dieta desses insetos é mais diversificada, onde esses indivíduos apesar de interagirem com um menor número de espécies botânicas, a intensidade de suas interações é mais heterogênea entre a diversidade de tipos polínicos disponíveis no período.

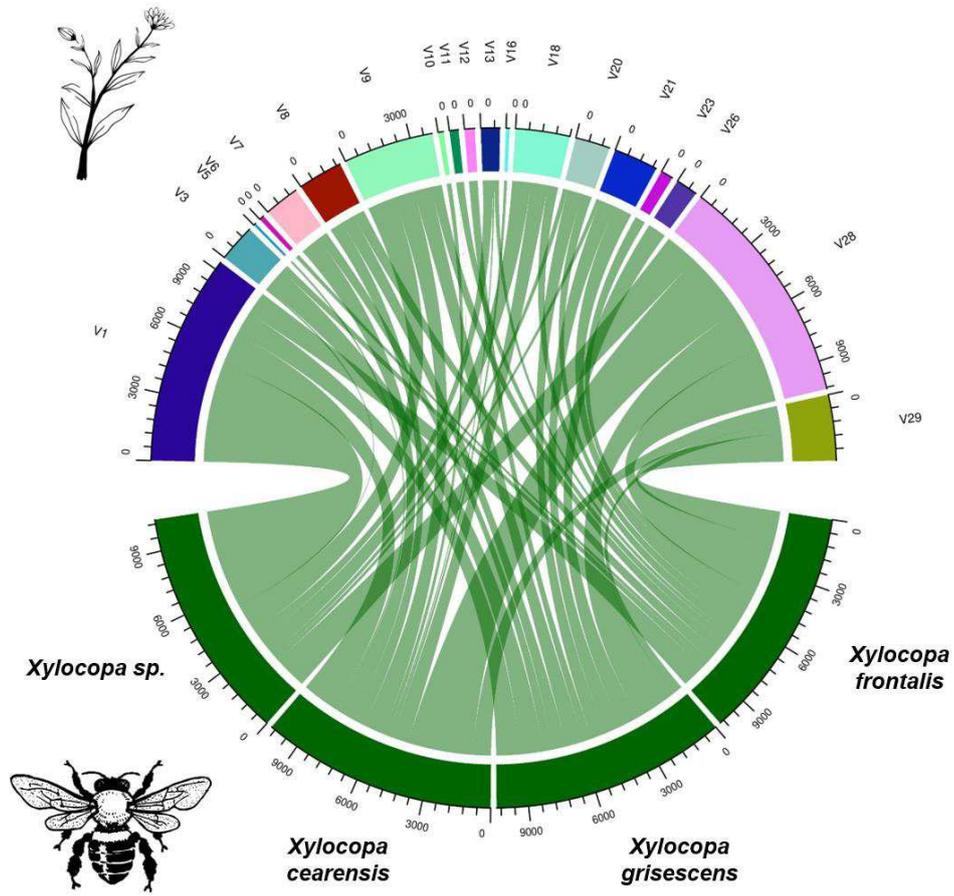
Gráfico 2 - Rede de interações entre abelhas *Xylocopa* e plantas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza – CE durante o período de menor intensidade de chuvas.



Código	Espécie botânica	Código	Espécie botânica
V1	<i>Solanum paniculatum</i>	V16	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>
V2	<i>Leucaena leucocephala</i>	V17	<i>Centrosema brasilianum</i>
V3	<i>Libidibia ferrea</i>	V18	<i>Ziziphus platyphylla</i>
V4	<i>Bauhinia sp.</i>	V19	<i>Psidium guajava</i>
V5	sp. 1	V20	<i>Momordica charantia</i>
V6	sp. 2	V21	<i>Crotalária sp.</i>
V7	<i>Macroptilium sp.</i>	V22	sp. 4
V8	<i>Genipa americana</i>	V23	<i>Clitória ternatea</i>
V9	<i>Moringa oleifera</i>	V24	<i>Ipomoea sp.</i>
V10	<i>Passiflora sp.</i>	V25	sp. 5
V11	<i>Dioclea grandiflora</i>	V26	<i>Syzygium malaccense</i>
V12	sp. 3	V27	<i>Anadenanthera pavonina</i>
V13	<i>Desmodium sp.</i>	V28	<i>Senna sp. 1</i>
V14	<i>Mimosa candollei</i>	V29	<i>Senna sp. 2</i>
V15	<i>Tecoma stans</i>		

Fonte: Autor

Gráfico 3 - Rede de interações entre abelhas *Xylocopa* e plantas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza – CE durante o período de maior intensidade de chuvas.



Código	Espécie botânica	Código	Espécie botânica
V1	<i>Solanum paniculatum</i>	V16	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>
V2	<i>Leucaena leucocephala</i>	V17	<i>Centrosema brasilianum</i>
V3	<i>Libidibia ferrea</i>	V118	<i>Ziziphus platyphylla</i>
V4	<i>Bauhinia sp.</i>	V19	<i>Psidium guajava</i>
V5	sp. 1	V20	<i>Momordica charantia</i>
V6	sp. 2	V21	<i>Crotalaria sp.</i>
V7	<i>Macroptilium sp.</i>	V22	sp. 4
V8	<i>Genipa americana</i>	V23	<i>Clitória ternatea</i>
V9	<i>Moringa oleifera</i>	V24	<i>Ipomoea sp.</i>
V10	<i>Passiflora sp.</i>	V25	sp. 5
V11	<i>Dioclea grandiflora</i>	V26	<i>Syzygium malaccense</i>
V12	sp. 3	V27	<i>Anadenanthera pavonina</i>
V13	<i>Desmodium sp.</i>	V28	<i>Senna sp. 1</i>
V14	<i>Mimosa candollei</i>	V29	<i>Senna sp. 2</i>
V15	<i>Tecoma stans</i>		

Fonte: Autor

3.6 Sobreposição de nicho trófico

Durante o período seco, a sobreposição de nicho entre os pares de abelhas variou de 0,025 (2,5%) para *X. frontalis* e *X. grisescens* a 0,73 (73%) entre *X. frontalis* e *X. cearensis* (Tabela 2). Enquanto isso, *X. grisescens* e *X. cearensis* obtiveram uma sobreposição de nicho de 0,653 (65,3%), evidenciando a alta similaridade de nicho que essas espécies possuem.

Tabela 2 - Sobreposição par a par de nicho polínico no período seco. Quanto mais próximo a 1,0, maior é a sobreposição de recursos polínicos entre duas espécies.

Espécie	<i>Xylocopa grisescens</i>	<i>Xylocopa cearensis</i>	<i>Xylocopa sp.</i>
<i>Xylocopa frontalis</i>	0,025	0,73	0,132
<i>Xylocopa grisescens</i>	*	0,653	0,188
<i>Xylocopa cearensis</i>	*	*	0,295

Fonte: Autor

Já para período chuvoso (Tabela 3), *X. frontalis* e *X. grisescens* se sobrepuseram em 0,209 (20,9%), enquanto *X. frontalis* e *X. cearensis* tiveram uma sobreposição de 0,429 (42,9%).

Tabela 3 – Sobreposição par a par de nicho polínico no período chuvoso. Quanto mais próximo a 1,0, maior é a sobreposição de recursos polínicos entre duas espécies.

Espécie	<i>Xylocopa grisescens</i>	<i>Xylocopa cearensis</i>	<i>Xylocopa sp.</i>
<i>Xylocopa frontalis</i>	0,209	0,429	0,282
<i>Xylocopa grisescens</i>	*	0,353	0,412
<i>Xylocopa cearensis</i>	*	*	0,422

Fonte: Autor

No período seco, houve variação significativa na sobreposição de nicho, destacando o compartilhamento de recursos entre *X. frontalis* e *X. cearensis*, contrastando com uma

exploração menos competitiva entre *X. frontalis* e *X. grisescens*. No período chuvoso, houve redistribuição das sobreposições de nicho, indicando adaptações contínuas das abelhas às condições sazonais. A presença de plantas comuns e exclusivas nas dietas das abelhas sugere estratégias adaptativas e preferências alimentares específicas.

Quadro 1 – Ocorrência de tipos polínicos (nome científico, nome popular e família) na dieta das abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis* e *Xylocopa* sp. no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

Tipo Polínico	Nome Popular	Família	<i>X. frontalis</i>	<i>X. grisescens</i>	<i>X. cearensis</i>	<i>Xylocopa</i> sp.
<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba/Lobeira	<i>Solanaceae</i>				
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	<i>Fabaceae</i>				
<i>Libidibia ferrea</i>	Pau Ferro	<i>Fabaceae</i>				
Sp. 1	Não conhecido	<i>Melastomataceae</i>				
Sp. 2	Não conhecido	<i>Indeterminado</i>				
<i>Macroptilium</i> sp.	Feijão de rola	<i>Fabaceae</i>				
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	<i>Rubiaceae</i>				
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	<i>Moringaceae</i>				
<i>Passiflora</i> sp.	Maracujá	<i>Passifloraceae</i>				
<i>Dioclea grandiflora</i>	Mucunã	<i>Fabaceae</i>				
Sp. 3	Não conhecido	<i>Fabaceae</i>				
<i>Desmodium</i> sp.	Não conhecido	<i>Fabaceae</i>				
<i>Mimosa candollei</i>	Malícia	<i>Fabaceae</i>				
<i>Tecoma stans</i>	Ipê de Jardim	<i>Bignoniaceae</i>				
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	Sabiá	<i>Fabaceae</i>				
<i>Centrosema brasilianum</i>	Feijão bravo	<i>Fabaceae</i>				
<i>Ziziphus platyphylla</i>	Juazeiro	<i>Rhamnaceae</i>				
<i>Psidium guajava</i>	Goiába	<i>Myrtaceae</i>				
<i>Momordica charantia</i>	Melão de São Caetano	<i>Cucurbitaceae</i>				
<i>Crotalaria</i> sp.	Chocalho de cascavel	<i>Fabaceae</i>				
Sp. 4	Não conhecido	<i>Indeterminado</i>				
<i>Clitoria ternatea</i>	Cunhã	<i>Fabaceae</i>				
<i>Ipomoea</i> sp.	Jitirana	<i>Convolvulaceae</i>				
Sp. 5	Não conhecido	<i>Fabaceae</i>				
<i>Syzygium malaccense</i>	Jambo	<i>Myrtaceae</i>				
<i>Anadenanthera pavonina</i>	Angico	<i>Fabaceae</i>				
<i>Senna</i> sp. 1	Cássia	<i>Fabaceae</i>				
<i>Senna</i> sp. 2	Cássia	<i>Fabaceae</i>				

Fonte: Autor

4. CONCLUSÕES

As abelhas *Xylocopa* demonstraram capacidade de ajustar a utilização de recursos alimentares de acordo com as condições ambientais onde estão inseridas.

Muitas das espécies de plantas encontradas no nicho alimentar dessas abelhas podem ser utilizadas em matrizes agrícolas para atração e manutenção desses polinizadores, assim como no entorno de criatórios proporcionando fontes alimentares ao longo de todo o ano.

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A., & HARDER, L. D. **The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination.** *Current biology*, 19(11), 915-918, (2009).
- ALMEIDA, F. A. V. **Recursos usados por abelhas do gênero *Xylocopa* (HYMENOPTERA, APIDAE) e seu manejo em cultivo agrícola.** 2016. 55 F. Dissertação (MESTRADO EM ZOOTECNIA) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- BROWN, M. J. F.; DICKS, L. V.; PAXTON, R. J.; BALDOCK, K. C. R.; BARRON, A. B.; CHAUZAT, M.; FREITAS, B. M.; GOULSON, D.; JEPSEN, S.; KREMEN, C.; LI, J.; NEUMANN, P.; PATTEMORE, D. E.; POTTS, S., G.; SCHWEIGER, O.; SEYMOUR, C. L.; STOUT, J. C. **A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination.** *PeerJ*, v. 4, p. 22-49, 2016.
- BRUNET, J.; SYED, Z. **Enhancing pollination by attracting & retaining leaf cutting bees (*Megachile rotundata*) in alfalfa seed production fields.** Meeting Proceedings. p. 67-73, 2017.
- CANE, J. H.; DOBSON, H.E.M.; BOYER, B. **Timing and size of daily pollen meals eaten by adult females of a solitary bee (*Nomia melanderi*) (Apiformes: Halictidae).** *Apidologie*, v. 48, n. 1, p. 17-30, 2017.
- CARVALHEIRO, L. G., KUNIN, W. E., KEIL, P., AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J., ELLIS, W. N., FOX, R., ... & BIESMEIJER, J. C. **Species richness declines and biotic homogenisation have slowed down for NW-European pollinators and plants.** *Ecology Letters*, 16(7), 870-878, 2013.
- CELY-SANTOS, M., PHILPOTT, S.M. **Local and landscape habitat influences on bee diversity in agricultural landscapes in Anolaima, Colombia.** *J Insect Conserv* 23, 133–146, 2019.
- DUFF, L.B., PROULX, A.N., CORBIN, L.A.J. & RICHARDS, M.H. **Evidence for multiple mating by female eastern carpenter bees, *Xylocopa virginica* (Hymenoptera: Apidae).** *The Canadian Entomologist*, 155, e10, 2023.
- ERDTMAN, G. **The acetolized method: a revised description.** *Sven. Bot. Tidskr.* v. 54, p. 561–564, 1960.
- FERREIRA, L.A.C., GIANNINI, T.C., VIEIRA ZANELLA, F.C., ALBUQUERQUE, P.M.C. **Floral preferences of carpenter bees (Apidae: Xylocopini: *Xylocopa*) from Maranhão, Northeast Brazil.** *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 1–15, 2023.
- FERREIRA, L.A.C., GIANNINI, T.C., ALBUQUERQUE, PMC, ZANELLA, F.C.V. **Carpenter bees (Apidae: Xylocopini: *Xylocopa*) from Maranhão, Northeast Brazil.** *Zootaxa*. 5404(1):14–53, 2024.
- FREITAS, B. M.; SILVA, C. I.; BEZERRA, D. M. **A história natural ilustrada de um polinizador: a abelha mamangava *Xylocopa frontalis*.** *A.B.E.L.H.A.* v. 1, p. 71, 2017.

GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTÍAS, C., & ROTHERAY, E. L. **Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers.** *Science*, 347(6229), 1255957, 2015.

HERNANDEZ, J. L.; FRANKIE, G. W.; THORP, R. W. **Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study.** *Cities and the environment*. v. 2, n. 1, p. 1-15, 2009.

HOGENDOORN, K. & VELTHUIS, H.H. **The sociality of *Xylocopa pubescens*: does a helper really help?** *Behavioral ecology and sociobiology*, 32, 247–257, 1993.

HURD, P. D. **Observations on the Nesting Habits of Some New World Carpenter Bees with Remarks on their Importance in the Problem of Species Formation (Hymenoptera: Apoidea).** *Annals of the Entomological Society of America*. v. 51, n. 4, p. 365–375, 1958.

HURD, P.D. JR. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latreille) of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Anthophoridae).** Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 106 pp, 1978.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Municipal.** 2017. Dados disponibilizados pelo IPECE.

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

KENNEDY, C. M., LONSDORF, E., NEEL, M. C., WILLIAMS, N. M., RICKETTS, T. H., WINFREE, R., ... & KREMEN, C. **A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems.** *Ecology Letters*, 16(5), 584-599, 2013.

KLEIN, S.; CABIROL, A.; DEVAUD, J.; BARRON, A. B.; LIHOREAU, M. **Why bees are so vulnerable to environmental stressors.** *Trends in Ecology and Evolution*. v. 32, n. 4, p. 268-278, 2017.

KLEINERT, A. M. P., & MACHADO, I. C. **Bee pollinators and their floral resources in a Brazilian restinga.** *Plant Systematics and Evolution*, 247(1-2), 139-152, 2004.

KUHLMANN, M.; RIBEIRO, M. F. **Pollination of Fabaceae (Leguminosae) species: Specialization and generalization in flower visitors.** *Flora*, 221, 88-94, 2016.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. **Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield.** *Apidologie*, v. 44, n. 2, p. 234-239, 2013.

MARTINS, C.F., DE SIQUEIRA, K.M.M., KIILL, L.H.P. *et al.* **Density and Distribution of *Xylocopa* Nests (Hymenoptera: Apidae) in Caatinga Areas in the Surroundings of Passion Fruit Crops.** *Neotrop Entomol* 43, 314–321, 2014.

MAURIZIO, A.; LOUVEAUX, J. **Pollens de plantes mellifères d'Europe.** Paris: Union des groupements apicoles français, 1965.

MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA, J. M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S., ... & NOGUEIRA, P. E. **Flora do Cerrado: espécies e características gerais**. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, 26(1), 37-50, 2008.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World**. 2nd Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 992 pp, 2007.

MONTERO, I.; TORMO, R. **Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura**. Ann. Asoc. Pal. Leng. Esp., Espanha, v.5, p.71-78, 1990.

MÜLLER, S. C., BUDKE, J. C.; SANTOS, R. M. **Nectar production and reproductive biology of the legume *Vigna luteola* (Fabaceae)**. Brazilian Journal of Botany, 30(4), 617-624, 2007.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; GIBBS, P. E. **Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil**. Flora, 195(3), 311-329, 2000.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C.A. **Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha**. Oecologia Australis, 14, 193–209, 2010.

PUTRA, R. E.; PERMANA, A. D.; KINASIH, I. **Application of Asiatic honey bees (*Apis cerana*) and stingless bees (*Trigona laeviceps*) as pollinator agents of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at local Indonesia farm system**. Psyche: A Journal of Entomology, 2014.

RIBEIRO, J. E. L. S., HOPKINS, M. J. G., VICENTINI, A., SOTHERS, C. A., COSTA, M. A. S., BRITO, J. M., ... & MARTINS, L. H. P. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central**. INPA, 1999.

RICHARDS, M.H. **Colony social organisation and alternative social strategies in the eastern carpenter bee, *Xylocopa virginica***. Journal of insect behavior, 24, 399–411, 2011.

ROUBIK, D. W. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 1995.

ROULSTON, T.H. & CANE, JIM. (2000). **Pollen nutritional content and digestibility for animals**. Plant Systematics and Evolution. 222. 187-209. 10.1007/BF00984102.

ROSAS-GUERRERO, V., AGUILAR, R., MARTÉN-RODRÍGUEZ, S., ASHWORTH, L., LOPEZARAIZA-MIKEL, M., BASTIDA, J. M.; QUESADA, M. **A quantitative review of pollination syndromes: Do floral traits predict effective pollinators?** Ecology Letters, 17(3), 388-400, 2014.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. **Wild bee biocoenotics in Sao Jose dos Pinhais (PR), South Brazil**. Preliminary report. Journal of the faculty of science Hokkaido University series VI. Zoology, v. 16, n. 2, p. 253-291, 1967.

SAKAGAMI, S.F. & LAROCA, S. **Observations on the Bionomics of Some Neotropical Xylocopine Bees, with Comparative and Biofaunistic Notes (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Journal of the Faculty Science. Hokkaido University. Series VI, 1971.

SILVEIRA, F.A., MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. (2002) **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Fundação Araucária, Belo Horizonte, 253 pp, 2002.

STERK, G.; PETERS, B.; GAO, Z.; ZUMKIER, U. **Large-scale monitoring of effects of clothianidin-dressed OSR seeds on pollinating insects in Northern Germany: effects on large earth bumble bees (*Bombus terrestris*)**. Ecotoxicology, v. 25, n. 9, p. 1666-1678, 2016.

6 APÊNDICE

Figura 3 - Fotomicrografias de grãos de pólen representantes de 6 espécies botânicas: (A) *Solanum paniculatum* (solanaceae), (B) *Syzygium malaccense* (Myrtaceae), (C) sp. 5 (Fabaceae), (D) *Desmodium* sp. (Fabaceae), (E) *Mimosa caesalpinifolia* (Fabaceae) e (F) *Moringa oleifera*. (Moringaceae).

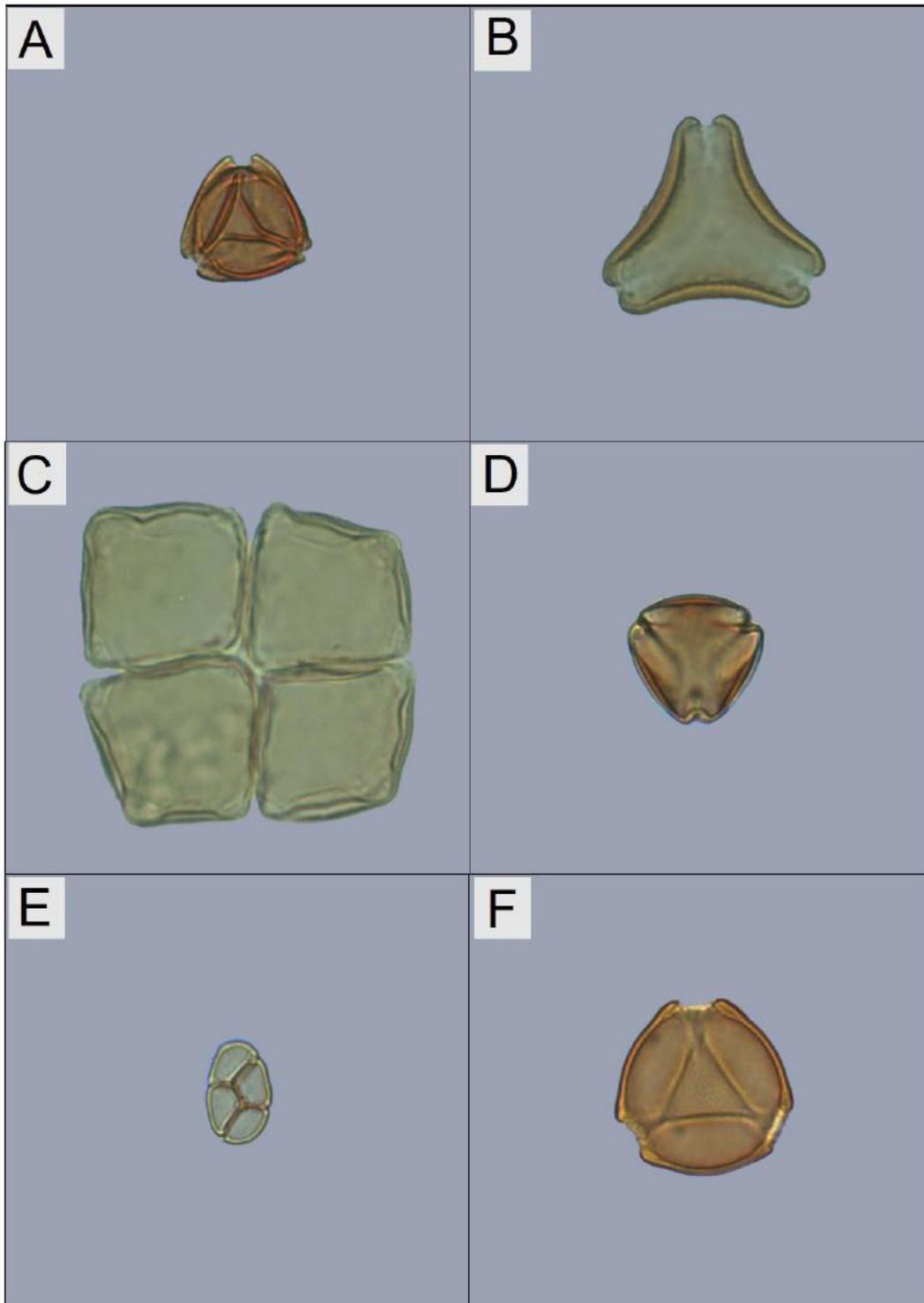
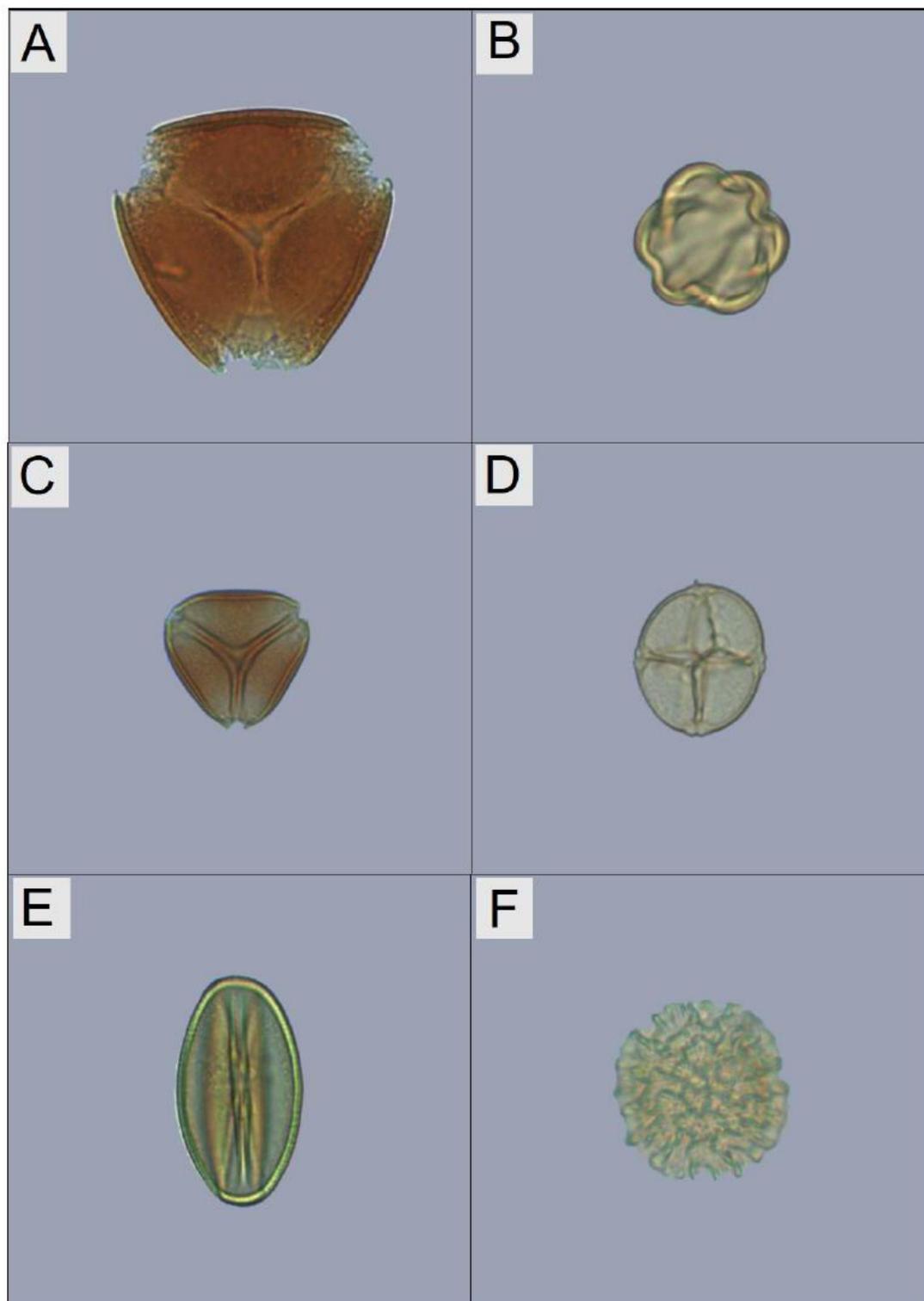


Figura 4 - Fotomicrografias de grãos de pólen representantes de 6 espécies botânicas: (A) *Dioclea grandiflora* (Fabaceae), (B) sp. 1 (Melastomataceae), (C) *Zizipus platyphyla* (Rhamnaceae), (D) *Mimosa candollei* (Fabaceae), (E) *Tecoma stans* (Bignoniaceae) e (F) *Passiflora* sp.



Fonte: Autor